



## 저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

공학박사 학위논문

세종시 비도시지역 성장관리를 위한  
주택확산 모형의 개발

Housing diffusion modelling for managing growth of  
non-urban area in Sejong City

2018년 2월

서울대학교 대학원  
건설환경공학부 도시계획전공  
전 병 창

# 세종시 비도시지역 성장관리를 위한 주택확산 모형의 개발

Housing diffusion modelling for managing growth of  
non-urban area in Sejong City

지도교수 정 창 무

이 논문을 공학박사 학위논문으로 제출함  
2018년 2월

서울대학교 대학원  
건설환경공학부 도시계획전공  
전 병 창

전병창의 박사 학위논문을 인준함  
2018년 1월

위 원 장 \_\_\_\_\_ (인)

부위원장 \_\_\_\_\_ (인)

위 원 \_\_\_\_\_ (인)

위 원 \_\_\_\_\_ (인)

위 원 \_\_\_\_\_ (인)

## 국문 초록

세종시는 행정중심복합도시 건설이 본격화되고 인구유입도 급격히 증가하면서 주변 읍면지역에 단독주택이 무분별하게 확산되는 등 비도시지역의 난개발 문제에 시달려왔다. 이에 세종시는 국내 최초로 성장관리방안을 수립하여 2016년 8월부터 시행 중이며 지난 1년 6개월의 시행기간을 통해 성장관리방안의 효과와 문제점을 모두 경험하고 있다.

실효성 있는 성장관리를 위해서는 보다 과학적인 개발확산 예측을 기반으로 할 필요가 있다. 적용되는 정책수단들의 영향력에 대한 실증적 평가 결과를 토대로 다양한 정책시나리오에 따른 개발확산 예측을 통해 성장관리방안의 계획내용을 해당 지역특성에 맞게 최적화할 필요가 있다.

이에 본 연구에서는 개발확산 예측을 위해 필지기반의 셀룰라 오토마타(CA) 모형을 구축하였다. 먼저, 자연환경요인, 인문환경요인, 제도적 요인으로 구성된 신규주택 등 개발 입지 요인을 독립변수로 하는 로짓모형을 구축하였다. 로짓모형으로 도출된 필지별 개발확률을 개발확산 예측을 위한 CA모형에 적용될 기초확률값으로 이용하였다. 상대성장모형을 활용하여 목표년도별 개발 입지 총면적을 추정한 후, 필지를 기초단위로 설정한 CA모형을 반복 적용하여 세종시 읍면지역 전체에 대하여 2020년, 2025년, 2030년의 주택 등 개발확산을 예측하였다.

성장관리방안의 주요 정책수단이 성장관리지역 내에서 주택 등 개발 입지에 어떠한 영향력을 미치는지를 확인하고자 로짓모형 분석을 추가로 실시하였다. 기존 로짓모형의 독립변수에 성장관리방안의 주요 정책수단인 용적률 인센티브, 물리적 규제, 시간적 규제를 추가하였다. 분석 결과, 성장관리지역 내에서 인센티브와 물리적 규제는 영향력이 없는 것으로 나타났다으며 시간적 규제는 연접필지 개발을 억제하는 영향력을 발휘하는

것으로 나타났다. 성장관리방안 시행 이전과 이후를 비교하여 분석한 결과, 성장관리방안 시행 이후에 시간적 규제의 영향력이 강화된 것으로 나타났다.

성장관리정책을 반영한 여러 시나리오를 설정하여 필지기반의 CA모형을 이용해 개발확산을 예측하였다. 개발의 시기를 조절하는 정책수단인 시간적 규제를 적용한 시나리오와 농어촌도로 정비계획(안)에 따라 기반시설이 설치되었을 경우의 시나리오에 대한 개발확산을 예측하고 시나리오를 적용하지 않은 기준 CA모형의 결과와 비교함으로써 각 시나리오별 정책의 영향력을 평가하였다.

본 연구를 통한 정책적 시사점은 다음과 같다. 첫째, 성장관리방안의 용적률 인센티브는 적어도 단독주택 개발시에는 효과가 없는 것으로 나타났다. 성장관리지역 내로 계획적 개발을 유도하고자 하는 정책목적을 달성하기 위해서는 지역적 특성이나 용도별 특성에 맞게 적용할 수 있도록 인센티브를 다양화할 필요가 있다. 둘째, 세종시 성장관리방안에서 적용하고 있는 시간적 규제는 간접적으로 개발시기를 조절하고 기허가지 내 기반시설 확보를 앞당기는 효과가 있으므로 규모·입지 규제 위주로 이루어진 현 성장관리방안을 보완하는 정책수단으로서 활용될 수 있을 것으로 기대된다. 셋째, 주택 등 개발확산 모형은 지역특성을 고려한 성장관리지역 설정에 활용될 수 있을 것이다. 넷째, 다양한 시나리오에 따른 개발확산 예측결과는 지역특성에 맞는 최적의 성장관리방안을 수립하는데 활용될 수 있을 것이다.

**주요어** : 성장관리방안, 난개발, 셀룰라오토마타, 로짓모형, 시뮬레이션, 비도시지역, 주택, 세종특별자치시

**학 번** : 2012-30249

## <목 차>

제1장 서론 .....	1
제1절 연구의 배경 및 목적 .....	1
1. 연구의 배경 .....	1
2. 연구의 목적 .....	4
제2절 연구의 방법 및 구성 .....	5
1. 연구의 범위 .....	5
2. 연구의 방법 .....	7
3. 연구의 구성 .....	8
제2장 이론적 배경 및 선행연구 검토 .....	11
제1절 도시성장관리 및 신규주택 입지 .....	11
1. 성장관리의 배경과 개념 .....	11
2. 성장관리의 정책수단 .....	18
3. 성장관리방안수립지침 .....	33
4. 신규주택 입지 관련 이론 .....	44
제2절 연구 방법론 .....	60
1. 이항로짓모형 .....	60
2. 상대성장모형 .....	63
3. 셀룰라 오토마타 .....	65
제3절 선행연구 검토 .....	75
1. 도시성장관리 관련 .....	75

2. 신규주택 입지요인 관련 .....	83
3. 셀룰라 오토마타 관련 .....	87
제4절 소결 .....	91
<b>제3장 모형의 정립과 적용 .....</b>	<b>95</b>
제1절 세종시 성장관리정책 .....	95
1. 세종시 개요 .....	95
2. 세종시 성장관리정책 연혁 .....	96
제2절 주택확산 모형의 개요 .....	100
1. 로짓모형의 구성 .....	100
2. 셀룰라 오토마타 모형의 구성 .....	111
제3절 신규주택 입지요인 분석 .....	118
1. 로짓모형 분석 결과 .....	118
2. 미래 개발입지 총면적 추정 .....	121
제4절 신규주택 확산 예측 .....	125
1. 셀룰라 오토마타 모형의 성능 검증 .....	125
2. 셀룰라 오토마타 모형의 실행 결과 .....	126
제5절 소결 .....	131
<b>제4장 성장관리방안 정책수단의 영향력 분석 .....</b>	<b>132</b>
제1절 연구 가설 .....	132
1. 가설 설정 .....	132
2. 가설에 대한 이론 .....	136
제2절 가설 검증 .....	144
1. 가설 검증 방법 .....	144

2. 가설 검증 결과 .....	147
3. 정책 시사점 .....	153
제3절 소결 .....	156
<b>제5장 시나리오별 예측 및 정책효과 측정 .....</b>	<b>158</b>
제1절 예측 시나리오의 설정 .....	158
제2절 시나리오별 예측 .....	160
1. 시간적 규제 적용 .....	160
2. 농어촌도로 정비계획(안) 반영 .....	163
제3절 정책효과 평가 .....	166
1. 기반시설 설치 소요비용 측면 .....	166
2. 개발의 군집도 측면 .....	167
제4절 소결 .....	170
<b>제6장 결 론 .....</b>	<b>171</b>
제1절 결과 요약 및 정책 시사점 .....	171
1. 연구결과의 요약 .....	171
2. 연구의 의의 및 시사점 .....	174
제2절 연구의 한계 및 추후 연구과제 .....	176



## <표 목 차>

표 1 전통적 토지이용정책과 성장관리정책 비교 .....	14
표 2 도시성장관리정책 수단 .....	20
표 3 비시가화지역 관리제도의 주요 특성 .....	27
표 4 비시가화지역 관리제도 현황 .....	28
표 5 비시가화지역 관리제도 운영현황 .....	31
표 6 개발가능지 분석기준 사례(2030 세종도시기본계획) .....	34
표 7 성장관리방안과 지구단위계획의 수립 및 결정절차 비교 .....	35
표 8 성장관리지역 설정의 세부기준 .....	37
표 9 성장관리방안의 수립기준 .....	38
표 10 성장관리방안 주요내용 사례 비교(3개 지자체) .....	41
표 11 주택의 구분 .....	46
표 12 생애주기의 단계별 주택수요 .....	49
표 13 주택소비자의 주거지 이동에 대한 행태론적 의사결정과정 .....	55
표 14 주택의 생산 및 공급시 시장분석에서 고려하는 범주별 요인들 .....	56
표 15 주택의 생산 및 공급시 경제성 분석에서 고려하는 범주별 요인들 .....	57
표 16 세종시 인구현황 .....	95
표 17 로짓모형 분석에 활용된 자료의 출처 및 기준시점 .....	103
표 18 자연환경요인 .....	105
표 19 인문환경요인(기개발지 접근성) .....	106
표 20 인문환경요인(교통 접근성) .....	107
표 21 인문환경요인(기반·편의시설 접근성) .....	108
표 22 인문환경요인(기반·편의시설 접근성, 고용 접근성) .....	109
표 23 인문환경요인(기타 요인) .....	109

표 24 제도적 요인 .....	110
표 25 개발전환 필지 현황 .....	110
표 26 로짓모형 분석결과(2012~2015년, 개발필지로 전환) .....	118
표 27 로짓모형 분석결과(2012~2015년, 주택개발필지로 전환) .....	120
표 28 세종시 주민등록인구 현황 .....	122
표 29 세종시 장래인구 추정치(장래인구추계, 계획인구) .....	123
표 30 상대성장모형 계수 산출 .....	124
표 31 세종시 장래 개발면적 추정(상대성장모형 활용) .....	124
표 32 CA모형 성능 검증(개발 입지) .....	125
표 33 CA모형 적용 결과(3회 실시 / 세종시 읍면지역 / 개발 입지) .....	127
표 34 네이버후드 거리에 따른 CA모형 적용 결과 비교 .....	127
표 35 목표년도별 개발확산 예측(네이버후드 거리 50m) .....	130
표 36 목표년도별 개발확산 예측(네이버후드 거리 100m) .....	130
표 37 로짓모형 분석결과(성장관리방안 시행 이후, 주택 허가필지) ....	148
표 38 로짓모형 분석결과(성장관리방안 시행 이후, 전체 허가필지) ....	150
표 39 로짓모형 분석결과(성장관리방안 시행 이전 이후 비교, 주택 허가필지) ..	152
표 40 로짓모형 분석결과(성장관리방안 시행 이전 이후 비교, 전체 허가필지) ...	152
표 41 시나리오 적용 결과(시간적 규제 / 개발 입지 총면적) .....	160
표 42 목표년도별 개발확산 예측(시간적 규제 적용) .....	161
표 43 시간적 규제로 인한 분산 개발 경향 강화 .....	161
표 44 시나리오 적용 결과(농어촌도로 정비계획(안) 반영 / 개발 입지 총면적) ..	163
표 45 목표년도별 개발확산 예측(농어촌도로 정비계획(안) 반영) .....	164
표 46 시나리오별 도로중심선과의 거리 평균값 비교 .....	167
표 47 최근린지수(Nearest Neighbor ratio) 값의 의미 .....	168
표 48 시나리오별 군집도 비교 .....	169

## <그 립 목 차>

그림 1 연구의 흐름 .....	10
그림 2 소득계층에 따른 주거지의 자리선택 모습 .....	53
그림 3 교통비의 감소 등에 의한 소득계층별 주거지의 자리선택 모습 변화 ..	54
그림 4 인구와 도시면적의 상관관계 .....	63
그림 5 1, 2, 3차원 CA의 셀공간 .....	69
그림 6 Neumann, Moore, Margolus의 네이버후드 .....	70
그림 7 필지별 네이버후드(50m, 100m 버퍼) .....	112
그림 8 CA모형 적용절차 .....	116
그림 9 CA모형 전이규칙 적용을 위한 공간쿼리(PostgreSQL) .....	117
그림 10 CA모형 전이규칙을 적용한 shp파일 추출(Postgis) .....	117
그림 11 개발확산 예측(네이버후드 거리 50m) .....	128
그림 12 개발확산 예측(네이버후드 거리 100m) .....	129
그림 13 가격, 개발이익, 용적률 간 관계 .....	137
그림 14 개발이익과 용적률 간 관계(단독주택단지) .....	139
그림 15 물리적 규제와 시간적 규제의 영향력 .....	142
그림 16 시나리오 예측(시간적 규제 적용) .....	162
그림 17 시나리오 예측(농어촌도로 정비계획 반영) .....	165

# 제1장 서론

## 제1절 연구의 배경 및 목적

### 1. 연구의 배경

산업혁명으로 인해 생산활동이 고도화되고 건축·교통·통신 등 각종 기술이 비약적으로 발전함에 따라 도시 내에 다양한 일자리들이 창출되었다. 일자리는 많은 인구들을 도시로 끌어들이고 도시공간의 빠른 확산을 불러왔다. 도시가 급속하게 성장함에 따라 기반시설 부족으로 인한 정주환경 악화, 환경파괴와 같은 다양한 도시문제가 발생하였으며, 세계 각국은 이러한 무분별한 도시 공간 확산에 대응하고자 성장관리에 주목하게 되었다. 이후 지속가능한 개발, 스마트성장과 같은 다양한 정책적 방향이 제시되는 등 도시성장관리는 도시계획의 중요한 주제로 자리잡게 되었다.

우리나라의 경우에도 1994년에 도시적 용도로의 전환에 주안점을 둔 준농림지 제도가 도입된 후, 용인으로 대표되는 수도권 난개발이 문제화되면서 2000년 전후를 시작으로 도시성장관리가 도시계획의 주요이슈로 부각되었다. 선계획 후개발의 원칙을 강조하며 『국토의 계획 및 이용에 관한 법률』이 제정·시행되는 등 제도적 개선이 이루어졌으며 정책적 대안 제시를 위한 많은 관련 연구도 잇달았다. 물론, 최근에는 서울뿐만 아니라 수도권의 인구까지 감소세로 돌아서고 일부 도시들은 지방소멸을 걱정해야 하는 처지에 놓이게 되어 성장관리라는 주제의 주목도가 다소 낮아진 면도 없진 않으나, 개별공장 확산으로 몸살을 겪고 있는 화성시와 같은 수도권 일부 지자체와 급격한 인구증가로 비도시지역 내 단독주택 난개발이 확산되고 있는 세종시 등 일부 지방도시의 경우에는 여전히 성장관리가 중요한 도시정책 현안이라 할 수 있다.

정부는 도시공간이 급격히 확산하는 과정에서 발생하는 비도시지역의 무질서한 난개발을 막고 이를 계획적 개발로 유도하기 위해 2000년대 초반부터 개발행위허가제도, 연접개발제한제도, 기반시설부담구역제, 관리지역 세분화 등의 다양한 정책을 시행해 오고 있다. 그러나 대체로 성공적이지 못하다는 평가를 받는 가운데, 연접개발제한제도는 소규모 난개발을 오히려 조장한다는 부작용이 지적되어 2011년에 폐지됨에 따라 2013년부터는 비도시지역 관리를 위한 보완수단으로서 성장관리방안을 도입하여 운영 중이다.

성장관리방안은 지구단위계획에 비해 계획항목이 간소화되어 있고 도시관리계획이 아니기에 구역의 지정이나 변경시에도 유연하게 대처할 수 있어, 비도시지역 난개발로 어려움을 겪고 있던 일부 지자체들이 적극적으로 도입하였다. 성장관리방안은 2017년 3월 현재 세종시, 화성시 등 6개 지자체가 시행중이고 제주시, 김해 등 13개 지자체에서 수립 중으로 향후 우리나라 비도시지역 관리를 위한 주요정책으로 자리잡게 될 것으로 기대된다.

성장관리방안이 이전의 실패한 유사 정책들과는 달리 비도시지역 전반을 관리하기 위한 실효성 높은 제도로 정착하기 위해서는 동 방안에서 적용하고 있는 규제와 인센티브의 세부 정책수단들이 개발행위 현장에서 효과를 발휘할 수 있어야 할 것이다. 전국 지자체에서 최초로 성장관리방안을 수립하여 1년여 동안 시행하고 있는 세종시의 경우, 성장관리방안을 통해 지역특성에 맞는 규제수단을 발굴함으로써 난개발을 막는 효과를 거두고 있다. 그러나 현 제도 내에서 획일적으로 부여되고 있는 용적률 인센티브는 그 실효성이 낮다고 보여진다. 이에, 세종시의 시행 결과를 바탕으로 성장관리방안의 주요 규제와 인센티브의 영향력을 실증적으로 검증함으로써 향후 동 제도의 정착을 위한 개선방향을 제시할 필요가 있다.

중전과 같이 직관적인 계획수립방식에서 벗어나서, 보다 과학적인 도시확산 예측을 기반으로 할 필요가 있다. 또한 다양한 시나리오에 따른 도시확산 시뮬레이션을 통해 정책수단들의 영향력을 비교·측정함으로써 성장관리방안의 계획내용을 해당 지역특성에 맞게 최적화 할 필요가 있다고 생각된다.

그간 도시성장과 확산을 예측하는 연구는 꾸준히 이루어져 왔으며, 특히 셀룰라 오토마타(Cellular Automata, 이하 CA)는 시간에 따른 변화를 모델링 할 수 있는 동적인 공간 모델로서 활발하게 사용되고 있다. 그러나 국내의 경우에는 수도권 등 광역도시권을 대상으로 한 거시적 관점의 연구가 대부분이어서 미시적 공간정책이 다수를 이루고 있는 지자체의 정책현장에 시사점을 주기에는 한계가 있었다. 또한 도시확산을 일으키는 개발행위는 필지단위로 발생함에도 불구하고 대부분 위성영상자료를 활용한 격자셀을 공간분석 단위로 하고 있어 격자셀 자료보다 지적도, 용도지역도 등의 벡터자료를 주로 이용하고 있는 정책현장에서는 적용성이 낮은 실정이다.

즉, 시행 초기에 있는 성장관리방안이 안정적으로 정착하기 위해서 제도의 실효성이 제고되어야 하며 그 간의 도시성장 및 확산 연구가 대부분 격자기반의 거시적 접근 위주여서 정책현장 적용성이 낮았던 한계를 보완할 필요성이 있다.

이에 필지기반의 미시적 접근방식을 적용한 주택 등 개발 확산 모형을 제시하고자 한다. 이 모형을 이용하여 현 성장관리방안의 주요 규제나 관련계획 등을 반영할 경우의 영향력을 비교·측정하고자 한다.

또한, 국내 최초로 성장관리방안을 시행 중인 세종시의 사례를 통계적으로 분석함으로써 성장관리방안의 주요 규제와 인센티브 수단이 실효성이 있는지 살펴보하고자 한다.

## 2. 연구의 목적

위와 같은 인식에 따라, 본 연구의 목적은 다음과 같다.

첫째, 필지기반의 미시적 접근을 통해 도시확산을 예측하는 동적인 공간모델로서 CA모형을 정립하고 세종시 비도시지역의 주택 등 개발 확산을 예측한다.

둘째, 비도시지역 내 성장관리방안의 주요 규제와 인센티브의 작동 원리를 제시하고 그 영향력을 세종시의 실제 시행사례를 바탕으로 로짓 모형을 이용해 실증 분석하여 성장관리방안의 주요 정책수단의 실효성을 평가한다.

셋째, 성장관리방안의 주요 규제와 관련계획을 적용한 정책 시나리오를 설정하여 시나리오에 따른 주택 등 개발확산 양상을 CA모형을 이용하여 예측하고 그 영향력을 비교·측정한다.

넷째, 위의 결과를 바탕으로 지역특성에 맞게 최적화된 정책수립을 지원할 수 있는 도시성장관리 지원 틀을 제시하고 그 활용성을 검토함으로써, 시행 초기단계에 있는 성장관리방안의 안정적 정착과 실효성 제고에 기여한다.

## 제2절 연구의 방법 및 구성

### 1. 연구의 범위

연구를 위한 공간적 대상지는 세종시 읍면지역 전체인 392km<sup>2</sup>에 이르는 지역을 선정하였다.

세종시는 정부직할의 광역급 특별자치시로 2012.7월에 출범하였다. 세종시는 국가에서 직접 건설하고 있는 행정중심복합도시<sup>1)</sup>(73km<sup>2</sup>)와 이를 둘러싸고 있는 읍면지역(392km<sup>2</sup>)으로 구성되어 있는데, 용도지역으로 보면 행정중심복합도시는 도시지역이며 읍면지역은 비도시지역이 주를 이루고 있다. 행정중심복합도시 건설이 본격화되고 인구유입도 급격히 증가하면서 주변 읍면지역에 단독주택이 무분별하게 확산되는 등 세종시는 시 출범 이후 내내 비도시지역의 난개발 문제에 시달려왔다. 또한 행정수도 추진이 가시화되면서 향후에도 신도시 주변을 중심으로 읍면지역의 개발압력은 더욱 높아질 것으로 예상되는 바, 비도시지역의 난개발 문제는 더욱 확대될 우려가 높은 상황이다. 이에 세종시는 시 출범 이후에 난개발 문제에 대응하고자 꾸준히 다양한 방안들을 강구해 왔으며, 2016.8월에는 국내 지자체 최초로 성장관리방안을 시행하여 비도시지역의 난개발에 대응하고 있다.

이와 같이, 세종시는 인구감소를 걱정하고 있는 다른 지방도시와는 달리 급격한 도시확산이 진행 중이며 도시성장관리 차원에서 시정부의 정책적 대응의지도 높다. 국가 중앙행정기관의 3분의 2가 이전해 있어 실질적인 행정수도로서 위상도 갖추고 있어 세종시의 안정적인 성장관리는

---

1) 행정중심복합도시의 '행복도시'로 약칭하거나 세종특별자치시와의 혼동을 최소화하고 읍면지역과 대비하고자 '신도시'로 불리기도 한다.



국내·외적으로도 중요성을 가진다. 이에, 연구를 통한 정책적 기여 가능성이 높아 본 연구의 대상지로 세종시가 적절하다고 판단하였다.

연구의 시간적 범위는 세종시가 출범한 2012년부터 행정중심복합도시 완성의 목표년도이자 세종시 도시기본계획상 목표년도인 2030년까지로 설정하였다.

본 연구는 개발확산 예측모형 정립 및 개발확산 예측 단계와 성장관리방안의 주요 규제, 인센티브 등 세부정책수단의 실효성 검증을 위한 분석 단계로 구분할 수 있다.

먼저, 개발확산 예측모형 정립 및 개발확산 예측은 시 출범시기인 2012년에서 2017년까지의 자료를 기반으로 주택 등 개발 입지요인 분석, 미래 개발 입지 총면적 추정, 개발확산 시뮬레이션 및 모형의 성능 검증 순으로 실시된다. 이렇게 정립된 모형을 활용하여 단계별로 나누어 2020년, 2025년, 2030년을 목표로 세종시 비도시지역 내 주택 등 개발 확산 예측을 실시한다. 성장관리방안이 난개발이 진행 중이거나 진행이 예상되는 지역을 대상으로 하는 유연하고 단기적 처방의 성장관리정책임을 고려하여 2012~2017년의 6년간 분석결과를 바탕으로 2020년을 우선 예측하였다. 또한 중장기적 도시발전 과정에서의 성장관리정책 수립도 필요함을 감안하여 2025년, 2030년의 개발확산도 예측하였다.

다음으로 성장관리방안 정책수단의 실효성 검증은 세종시가 성장관리방안을 시행한 2016년 8월부터 2017년말까지의 건축허가현황을 기반으로 실시한다. 이 과정에서 현재 시행 중인 성장관리방안의 주요 규제와 인센티브 수단을 변수화하여 주택 등 개발 입지요인으로 포함시켜 분석함으로써 각 정책수단들의 실효성을 평가한다.

## 2. 연구의 방법

이 연구는 성장관리방안의 비도시지역 내 개발확산 예측 및 주요 정책수단의 실효성 검증을 위해 로짓모형을 이용한다. 로짓모형에는 주택 등 개발확산에 영향을 미칠 것으로 판단되는 경사도, 표고 등 자연환경요인, 기개발지·교통·편의시설·고용 접근성, 인구밀도, 지가 등 인문환경요인, 용도지역, 성장관리지역 등 제도적 요인을 포함하였으며, 성장관리방안의 주요 정책수단의 실효성 검증을 위해 물리적 규제, 시간적 규제, 인센티브 등 정책적 요인을 변수로 추가하였는데 분석의 단위는 필지이다. 이를 위해 2012년~2017년 6개 연도의 1:25,000 수치지형도, 연속지적도 shp파일, 건축물대장 xls자료, 개별공시지가 xls자료, 주민등록통계자료, 주요시설의 위치자료 등을 세종시청, 국립지리정보원 등 관련기관으로부터 구득하여 활용하였다.

개발 확산 예측은 CA모형을 이용하였다. 격자셀이 아닌 필지단위로 분석을 실시하며, 로짓모형을 통한 주택 등 개발 입지요인 분석결과를 초기값으로 하여 근린설정 및 전이규칙에 따라 목표년도별 개발 입지 총면적에 이를 때까지 확산 시뮬레이션을 반복한다.

시나리오별 개발확산 예측은 성장관리방안의 주요 규제, 관련 기반시설 확충계획 등을 반영한 시나리오를 설정하여 확산 시뮬레이션을 실시하는 방식으로 시행한다. 각 시나리오별 개발확산 예측 결과는 기반시설 설치비용, 개발필지의 군집도 등을 기준으로 비교·평가하여 지역 특성을 고려한 성장관리방안 계획내용 수립에 활용될 수 있도록 한다.

원자료의 가공, 공간자료의 중첩분석 및 연산을 위해 ArcGIS가 사용되었으며, 주택 등 개발 입지요인 분석을 위한 로짓모형 추정에는 SPSS 패키지가 사용되었다. 또한 전이규칙에 따른 개발확산 시뮬레이션을 위해 ArcGIS, PostGIS, PostgreSQL이 활용되었다.

### 3. 연구의 구성

이 연구는 총 6개의 장으로 구성된다. 제1장은 서론으로서 연구의 배경과 목적, 범위, 방법, 구성에 대해 서술한다.

제2장은 예비적 연구로서 이 연구의 소재인 도시성장관리, 신규주택 입지와 관련된 이론과 사용 방법론인 로짓모형, 상대성장모형, CA 등에 대한 개요를 살펴보고, 도시성장관리, 신규주택 입지, CA에 대하여는 관련 선행연구도 검토한다. 이를 통하여 필지기반의 미시적 도시확산 분석이라는 측면에서 본 연구의 학술적 차별성을 제시한다.

제3장에서는 주택 등 개발확산 모형의 개념적 틀과 세부구성에 대하여 제시하고 정책변수에 따른 시나리오 설정방법을 제시한다. 또한 정립된 모형에 세종시의 2012년~2017년의 실제 데이터를 적용하여 단계별로 로짓모형, 상대성장모형, CA모형까지 실행하고, 이 모형이 현실을 잘 나타낼 수 있는지 검증한다. 또한 검증된 모형을 활용하여 2020, 2025, 2030년을 목표로 하여 개발확산을 예측한다. 이 예측결과는 과거추세를 반영한 기본 예측결과라 할 수 있다.

제4장에서는 성장관리방안의 주요 규제 및 인센티브의 실효성을 검증한다. 성장관리방안의 주요 규제와 인센티브 수단의 실효성을 평가하기 위한 연구 가설을 제시하고 로짓모형을 이용한 주택 등 개발 입지 요인 분석을 통해 제시한 연구가설을 검증한다.

제5장에서는 시나리오별 예측을 실시한다. 성장관리방안의 주요 규제, 기반시설 확충계획안을 반영한 시나리오를 설정하여 확산 시뮬레이션을 실시하고 그 영향력을 비교·측정함으로써 지역특성에 맞는 성장관리방안 수립을 지원할 수 있는 가능성을 확인한다.

제6장은 결론으로서 이상의 주요 연구 결과를 요약하고 연구의 정책적 시사점, 연구의 한계 및 향후과제를 기술한다.

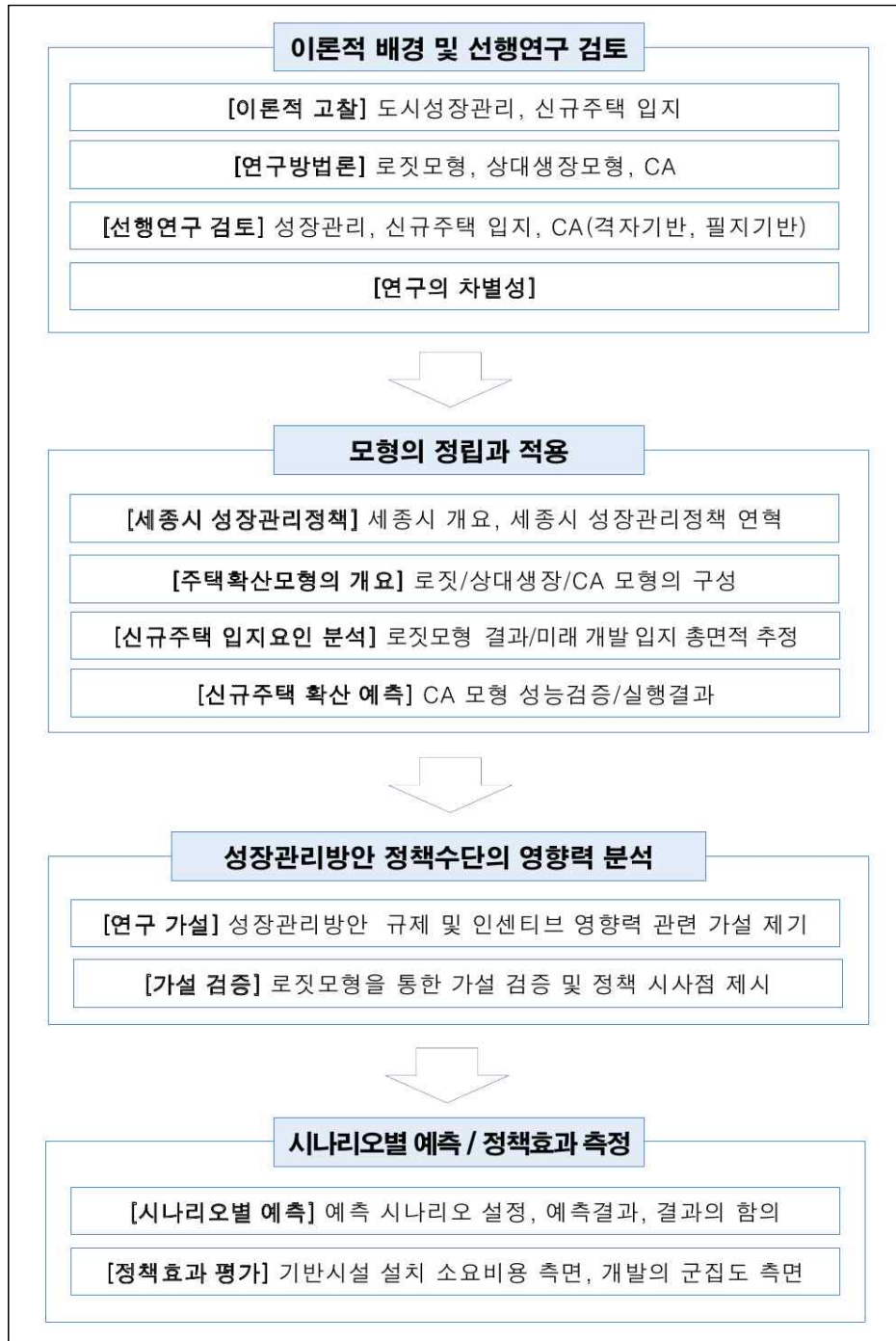


그림 1 연구의 흐름

## 제2장 이론적 배경 및 선행연구 검토

### 제1절 도시성장관리 및 신규주택 입지

#### 1. 성장관리의 배경과 개념

##### 1) 도시성장관리의 배경

도시성장관리 개념이 처음 도입되기 시작한 것은 교외화가 확대되었던 1960년대 후반의 미국에서부터이다. 1960년대 중반에 주(州)간 고속도로망 조성이 마무리되자 오래되고 낡은 도심을 벗어나 저렴한 택지비와 쾌적한 주거환경을 갖춘 교외지역으로 이주하고자 하는 움직임이 중산층을 중심으로 본격화하였다(여창환, 2009; 이대중, 2015; 구형수, 2015). 무질서한 도시확산을 낳게 된 미국의 교외화는 연방정부의 고속도로 건설정책, 저리의 주택저당대출제도, 중산층의 교외 선호성향, 적절하지 못했던 토지 이용규제 등 수많은 원인이 복합적으로 작용해 나타난 결과라고 지적된다(Pendall, 1999; Nelson, 1999; 조경훈, 2004).

이러한 교외화 현상으로 인종 및 소득계층간 공간적 분리가 뚜렷하게 나타났으며 저소득층 중심의 주거지역으로 바뀐 도시 중심부는 범죄와 사회불안의 온상으로 전락되고 말았다. 주거지가 움직이면서 상업, 업무, 생산시설까지 교외지역으로 이동하여 도심 공동화, 변두리 도시화, 더 나아가 도시연담화라는 결과까지 낳게 되었다. 도시의 무질서한 공간적 확산에 대한 회의와 자성이 일기 시작했으며 조닝 방식의 전통적 도시 계획의 한계를 보완할 필요성이 제기되어 도시성장관리에 대한 논의가 대두되었다(여창환, 2009; 이대중, 2015).

1950~60년대 급격한 경제성장에 동반된 대규모 개발로 생태계가 파괴되고 대기, 수질 등 환경오염이 발생하면서 환경보호운동이 광범위하게 촉발되었다. 대기·수질보전법 등의 환경입법이 이루어지고 환경보전을 위해 토지이용규제도 강화되었는데 이 또한 성장관리 도입의 배경이라 할 수 있다(이양재, 1996).

성장관리의 도입은 도시기반시설의 확보방안과도 긴밀한 관계가 있다. 교외화 확산과 함께 신규 개발지역도 급격히 확대되어 미국의 많은 도시들은 기반시설 설치를 위한 엄청난 재정부담을 안게 되었다. 일부의 신규 개발지역을 위해서 전체시민들의 세금을 쏟아 붓는 것이 과연 정당한지에 대한 문제도 제기되었다. 결국 일부 도시에서 개발의 양과 속도를 제한하기 시작하였고 이는 성장관리가 도입되는 시초가 된다(Smith, 1993; 이양재, 1996).

## 2) 도시성장관리의 개념

성장관리라는 용어는 미국의 도시토지연구소(Urban Land Institute)의 ‘성장관리와 규제(management and control of growth)’에서 처음으로 등장하였다(DeGrove, 1992; 이양재, 1996). 성장관리는 개별 단위 도시의 성장을 바람직한 방향으로 유도하기 위한 정책 수단을 총칭하면서도 광역적 사항까지 고려하기 때문에, 성장관리의 목표와 수단은 상당히 포괄적이다. 이에, 이 용어가 사용되기 시작한 미국 내에서도 개념이 명확하게 정립되지 않은 실정이다(최상철, 2000; 전유신, 2004).

성장이란 개발된 공간이 확대되는 것으로, 전형적 의미는 주택과 일자리, 서비스시설, 도로, 학교 등에 대한 높은 수요를 만들어냄으로써 토지와 자연자원의 개발을 촉진하는 것으로 정의된다. 그러나 개발로부터 보전되어야 할 토지를 이용하거나 도시가 무계획적으로 확산되는 방식의 ‘관리되지 않은 성장(unmanaged growth)’은 경제적 활동과 높은 질의 생활

수준을 지원하는 자연의 수용력을 소진시키는 등 다양한 환경문제를 발생시키며 삶과 관련된 많은 것들을 파괴하게 된다(Chinitz, 1990; 이양재, 1996). 이에, 변화하는 도시활동을 잘 담아내도록 도시의 그릇을 잘 개조해 나가되, 그 도시활동이 과도하게 팽창되어 그 그릇의 용량을 넘어서지 않도록 성장을 관리하는 일은 매우 중요하다(강홍빈, 1995).

도시성장관리를 교외화를 억제하고자 하는 정책으로 본다면 크게 무성장(No-growth)과 저성장(Slow-growth)으로 구분할 수 있으나(John, 2000) 성장관리가 가진 본래적 의미는 시장요인을 저해하거나 개발수요를 억제하는 성장억제와는 달리, 정책목표에 따라 성장을 적정하게 관리함을 의미한다. 즉, 농지나 녹지 등 자연자원을 보존하고 공공서비스는 양질의 수준으로 유지하면서 개발로 인해 발생하는 사회적 비용은 원인이자 부담하도록 하는 등 지속가능한 개발의 정책목표에 부합되도록 도시 성장을 유도하는 일련의 수단을 지칭한다(최상철, 2000; 전유신, 2004).

성장관리는 앞서 도입배경에서 살펴본 바와 같이, 초기단계에는 개발의 총량억제와 상한 설정 등과 같은 엄격한 성장규제(growth control)와 비슷하였으나, 1970년대 중반 이후부터는 전과 같이 반성장(anti-growth)의 의미에만 머무르지 않고 성장의 물리적, 경제·사회·환경적 영향 모두를 포괄하는 종합적인 개념으로 확대되었다(이양재, 1996).

통상적이고 일반적인 성장관리의 정의는 ‘성장의 정도와 시간을 조절하는 것’으로서 성장관리는 정적인 용도지역 운영방안과는 달리, 지자체가 자신의 행정구역에서 장래 개발의 속도, 양, 형태, 위치, 질에 의도적인 영향을 주하고자 하는 동태적인 활동을 의미한다(Chinitz, 1990; 이양재, 1996). 즉, 용도지역 등 전통적인 토지이용정책은 도시의 전반적인 개발과 보전을 규모·입지 중심으로만 유도하는 장치인 반면에, 성장관리는 개발의 시기와 개발재원까지를 종합적으로 고려하여 개발과 보전, 개발의 다양한 형태에 따르는 도시기반시설의 변동을 예측하고 개발로 야기되는



공공서비스의 수요와 이러한 수요에 대한 재정을 조달하기 위한 세금의 지원 등을 통해 개발과정과 형평성의 균형점을 찾고자 노력하는 것이다 (전유신, 2004).

**표 1 전통적 토지이용정책과 성장관리정책 비교**

구 분		고려사항
성장관리정책	전통적인 토지이용정책	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 개발유형(type)</li> <li>◦ 개발규모(amount)</li> <li>◦ 개발입지(location)</li> </ul>
		+ <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 개발시기(timing)</li> <li>◦ 개발재원(finance)</li> </ul>

출처 : 구형수(2015), '비시가화지역 성장관리정책의 실효성 제고방안 연구', p.36.

종합해 본다면, 성장관리란 관리되지 않은 성장은 억제하고 관리된 성장을 유도하는 것으로서 도시 내 일부지역 혹은 도시전역이나 광역적 지역을 대상으로 하면서 종합적 계획에 기반하여 그 계획에 걸맞는 수단으로 개발의 억제, 유도 또는 개발로 인한 피해 방지를 도모하는 균형잡힌 성장, 삶의 질을 향상시키고자 하는 노력으로 정의될 수 있다(이양재, 1996).

### 3) 도시스프롤과 난개발

도시스프롤(urban sprawl)은 도시성장의 특수한 형태로서 도심의 밀도가 감소하면서 도시외곽의 밀도가 증가하는 현상을 말한다(Couch et al., 2007; 구형수, 2015). 국내·외적으로 도시스프롤은 부정적 개발로 인식되고 있는데 다음과 같이 계획적으로 바람직하지 못한 이유들 때문이다. 첫째, 도시성장·개발이 저밀·조방적으로 무원칙하게 진행되어 토지이용 효율이 낮고 둘째, 저밀·조방적인 토지이용으로 이를 뒷받침하기 위한 도시 인프라 비용이 과다하게 지출되며 셋째, 직장의 교외화로

자동차 통행이 증가하여 대기환경에 악영향을 주며 넷째, 오페수의 자연 방류 또는 삼투방식 처리로 인해 수질오염이 발생하고 다섯째, 용도순화적 토지이용에 의한 지나친 지역분할로 생활불편이 발생하고 도시통합성이 저하되며 다방면 출퇴근 교통에 의해 자동차 교통혼잡이 가중된다(강병기, 2000).

난개발에 대한 의미는 나라와 학자에 따라 다르게 나타나고 있다. 우리나라를 비롯한 일본에서는 난개발을 계획에 의하지 않는 모든 개발(unplanned development), 혹은 공공서비스가 제공되지 않는 개발(unserviced development)을 의미하며, 영국에서는 계획수립을 했는지와는 관계없이 녹지를 훼손시키는 모든 개발(any development on greenfield sites)을 난개발로 정의하고 있다. 미국의 경우에는 저밀도의 개발, 토지 이용간의 이격, 비지적인 개발(leap-frog development), 간선도로변을 따른 상업시설 위주 개발, 승용차에 의존적인 개발, 도심지의 희생을 동반하는 도시의 교외지역 개발, 직장의 교외로의 분산, 변두리·농촌의 경작지를 비롯한 오픈스페이스의 축소, 지방정부의 책임소재 간과 및 불분명화 등의 특성 중에서 최소 한 개 이상의 요소를 포함할 경우 난개발로 정의한다(Lopez and hynez, 2003; 윤동순·최민섭, 2014).

변창흠 외(2001)는 도시스프롤과 난개발의 개념적 차이에 대해 논하였는데, 도시스프롤은 지리학적 용어인 반면 난개발은 학문적 용어라기 보다는 저널리즘적 표현이며, 도시스프롤이 주로 단독주택과 상업시설의 평면적 확산이 일반적인 양태인 반면 난개발은 기존 시가지와 동떨어진 지역의 고밀도 아파트 단지 건설이 일반적인 유형이라고 하였다(조경훈, 2004). 조판기(2000)는 우리나라의 경우 난개발(unplanned or unmanaged development)이라는 용어가 주로 도시스프롤과 혼동되어 사용되고 있으나 도시스프롤은 난개발의 한 유형에 속하는 것으로서 난개발이 보다 포괄적인 개념이라고 지적하고 있다(국토연구원, 2000).

위와 같이 우리나라에서는 도시스프롤이 도시의 평면적 확산 또는 난개발로 번역되는 경우가 많은데, 보다 정확하게 말하면 도시스프롤로 인한 계획되지 않은 개별적 토지이용이 난개발이라고 할 수 있다(윤동순·최민섭, 2014; 구형수, 2015).

도시스프롤로 인한 난개발은 지자체의 입장에서 볼 때 세수 및 지역 생산성 증대, 고용기회의 확대 등의 긍정적 결과를 발생시키기도 하며, 주택수요자 입장에서는 인근 도시지역의 기반시설 편의성과 전원 속의 쾌적한 주거환경을 동시에 누릴 수 있는 등 주거선택의 폭을 넓혀주는 긍정적 측면도 있다(여창환, 2009). 그러나 이러한 긍정적 측면에도 불구하고 난개발은 지속가능한 도시패턴을 유지하지 못하게 하므로(Gillham, 2002) 도시의 성장관리 측면에서 보다 철저한 계획과 관리가 필요하다는 것이 설득력을 얻고 있다(김재익 외, 2004; 여창환, 2009).

#### 4) 도시성장관리의 목적

성장관리는 규제가 적용되지 않을 경우에 토지시장에서 발생하는 어떠한 불완전성을 상쇄함으로써 효율적인 도시형태를 추구하여 궁극적으로는 좋은 계획을 통해 삶의 질을 향상시키고자 하는 목적이 있다(이양재, 1996).

이에, 넬슨(Arthur C. Nelson)과 듀칸(James B. Ducan)은 성장관리의 목적을 다음 5가지로 정리하고 있다(Arthur C. Nelson et al., 1995; 이양재, 1996).

첫째, 앞에서 언급한 바와 같이 도시스프롤로 인한 난개발의 방지이다.

둘째, 납세자의 보호이다. 성장관리는 과잉건설을 초래하는 사적인 투자 결정으로부터 납세자를 보호하는 중요한 방법이다.

셋째, 토지시장의 경제적 효율성 제고이다. 토지시장은 결코 완전하지 않기 때문에 성장관리라는 방식의 적절한 공공개입으로 공공재의 적정 공급 수준과 공공서비스 제공 비용의 최적화를 도모하고자 하는 것이다.

넷째, 효율적인 도시형태의 구축이다. 성장관리를 통해 직주균형, 사회·경제적 계층 통합(저소득 노동자와 고소득 노동자 모두 동일한 장소에서 일함), 교통용량의 확장 최소화, 재개발 강화, 환경오염 최소화, 용도 간 상충 방지, 공공시설 비용 최소화 등을 달성코자 하는 것이다.

마지막으로는 삶의 질 향상이다. 삶의 질 향상은 사회구성원들의 편익 불균형을 초래하는 상황의 개선을 목표로 하며(조재경 외, 2014) 위에서 언급한 성장관리의 목적들 역시 시민들의 삶의 질 향상을 위한 것들이라 할 수 있다.

Anthony(2004)는 도시스프롤의 방지, 농지보존, 환경적으로 민감한 지역의 보호, 대중교통을 활성화하기 위한 고밀 개발, 도시의 에너지 소비의 감축 등이 성장관리의 주요한 목적이라고 하였으며, 이 중에서 도시스프롤을 방지하는 것이 나머지 목적을 달성하는 전제조건이라고 하였다(구형수, 2015).

## 2. 성장관리의 정책수단

### 1) 성장관리정책의 기본원칙

도시스프롤로 인한 난개발 방지 등 도시성장관리의 다양한 정책목표를 이루기 위해서는 정책목표 간에 혼선이 발생되지 않아야 하며, 계획 추진을 위한 재원이 충분히 확보될 필요가 있다. 이 때, 정책목표 간에 상충되지 않도록 하는 것이 일관성(consistency) 원칙이며, 기반시설 확보를 위한 재원의 문제를 해결하고자 하는 것이 동시성(concurrency) 원칙이다(DeGrove, 1992; 구형수, 2015).

일관성은 중앙정부와 지방정부는 물론이고, 인접한 지방정부 간 혹은 동일한 지방정부 내 관련 부서 간 정책방향이 충돌하지 않아야 함을 의미하는데(구형수, 2015) 광역도시계획, 도시기본계획, 도시관리계획, 성장관리방안 등 위계별 계획이 상호정합성을 유지하는 수직적 일관성을 확보하면서 인접 지자체 간에는 동일 위계의 계획 간에 수평적 조정이 이루어져야 한다는 의미로 볼 수 있다.

동시성은 새로운 개발과 기반시설의 적정한 공급이 동시에 이루어져야 함을 의미한다(구형수, 2015). 동시성은 플로리다(Florida)주에서 최초로 사용한 용어로서 이 주의 성장관리법(Growth Management Act)에서의 동시성 요건 규정에 따르면 새로운 개발의 영향을 감당할 수 있는 정도의 기반시설이 확보되어 있지 않으면 지방정부에서 어떠한 개발도 허가할 수 없게 되어 있었다(American Planning Association, 2006; 조철주, 2003). 동시성 원칙은 다양한 정책수단들을 통해 구현될 수 있는데 적정기반시설조례(adequate public facilities ordinances)가 주로 활용되며 성장단계프로그램(growth phasing program), 도시성장경계(urban growth boundary) 등도 적용가능한 직·간접적 정책수단으로 볼 수 있다(구형수, 2015).

위의 두 가지 이외에도 압축적인 도시개발(compact urban growth pattern), 지불능력을 고려하되 질적으로도 양호한 주택정책(affordable housing), 역사자원과 자연자원의 보전(historic and natural resource protection), 경제개발(economic development) 등도 성장관리정책의 기본적인 틀이자 원칙으로 언급할 수 있다(이양재, 1996).

## 2) 미국의 성장관리정책의 주요수단

도시성장관리에 관한 접근방법은 미국과 유럽 양 대륙에서 서로 다른 양상을 나타내었다. 인구성장에 따라 도시화가 진행되는 점은 유사하였으나 이에 대한 대응은 상이한 모습을 보였다. 즉, 유럽은 국가의 적극적 개입과 계획시스템을 통해 무분별한 도시확산 문제를 해결하고자 하였으나 미국은 분권화를 통한 자유방임적인 해결책을 추구하였다. 유럽의 대도시 권역 계획은 대규모 도시를 연결하는 광역적 도시계획으로 미국과는 다른 모습을 보여주었다. 그러나 미국도 1970년대 이후에 자유방임적 계획 기조에 변화가 일어나 1980년대에는 주정부 차원에서 광역적 성장관리를 위한 입법조치가 실시되는 등 계획의 수립과 집행에 정부 역할이 강화되었다(조경훈, 2014).

미국의 경우, 도시성장관리를 위해 다양한 정책적 수단을 활용하고 있는데 이를 크게 나누면 표2과 같이 광역행정수단, 토지이용계획수단, 토지이용규제수단, 투자와 인센티브 수단으로 나눌 수 있다(조경훈, 2014).

이와 같은 다양한 수단 중에서, 주요한 정책수단으로 꼽히는 적정 기반시설조례, 성장단계프로그램, 자본증진계획, 도시성장경계에 대하여 구체적으로 살펴보고자 한다.

첫째, 적정기반시설조례(adequate public facilities ordinances)이다. 적정 기반시설조례<sup>2)</sup>는 현재 또는 미래의 기반시설 서비스 수준을 바탕으로

---

2) 적정기반시설조례에는 조례 내에서 고려가 필요한 기반시설(도로, 상하수도, 학교,

새로운 개발의 허가시기를 규제함으로써 동시성의 원칙을 직접적으로 실현시키는 정책수단이다(구형수, 2015).

표 2 도시성장관리정책 수단

목표 수단	자연자원의 보호	기존 커뮤니티에 재투자
광역행정	<ul style="list-style-type: none"> <li>주정부의 커뮤니티계획 지원</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>주정부의 커뮤니티계획 지원</li> <li>지역계획</li> <li>지방정부간 계획협정</li> <li>지방정부간 세원공유</li> </ul>
토지이용계획	<ul style="list-style-type: none"> <li>종합계획</li> <li>계획단위개발(PUD)</li> <li>클러스터개발</li> <li>녹지(공지)계획</li> <li>녹도계획</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>도심재개발계획</li> <li>도심공지개발</li> <li>공장/상업이전적지 재개발</li> </ul>
토지이용규제	<ul style="list-style-type: none"> <li>도시성장경계(UGB) 설정</li> <li>성능지역제</li> <li>보존지역권 설정</li> <li>환경규제가 포함된 택지분할규제</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>도시성장경계 설정</li> <li>성장단계프로그램</li> <li>개발심의절차 간소화</li> </ul>
투자 및 인센티브	<ul style="list-style-type: none"> <li>개발권이양제도(TDR)</li> <li>개발권선매제도(PDR)</li> <li>토지비축제도</li> <li>농업지역프로그램</li> <li>적정기반시설조례</li> <li>자본증진계획</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>우선투자지역</li> <li>기업유치지구(EZ/EC)</li> <li>업무지역개선</li> <li>직장인근주택저당대출제도(LEM)</li> <li>기반시설 설치를 위한 특별과세 지구 설정</li> </ul>

출처 : 조경훈(2004), '도시성장관리를 위한 택지개발 확률모형의 개발', p18. 수정

이를 활용하는 지방정부 대부분은 개발허가 시점에 적정 기반시설이 확보되어 있지 않으면 새로운 개발을 불허할 뿐 아니라 해당 개발이 요구하는 기반시설이 확보되는 시점까지 개발을 늦출 수 있는 조례를 두고 있다(Kelly, 1993; 구형수, 2015). 개발업자가 신규개발을 제안할 경우에는 해당 사업으로 어느 정도의 기반시설이 요구되는지 증명해야 하며, 개발

소방서 등)의 목록, 각 기반시설의 서비스 수준 평가기준(예: 가구 1호당 기준, 토지이용 유형별 단위면적당 기준 등), 지역 내 기반시설 서비스 수준에 영향을 미칠 수 있는 개발사업과 토지이용유형 등이 포함되어야 한다(구형수, 2015).

업자가 직접 기반시설을 확보하거나 부담금을 납부하면 기반시설 공급 관련 일정을 앞당길 수 있다(Schiffman, 2001; 구형수, 2015).

적정기반시설조례는 새로운 개발과 기반시설 공급이 병행되어야 한다는 동시성 원칙을 직접 구현 가능하다는 장점에도, 이 제도의 시행을 위해서는 새로운 개발에 필요한 기반시설 종류를 파악하거나 기반시설별 서비스 수준을 지속 관찰하는 데 상당한 노력이 요구된다. 또한 공공이 계획한 내용과 일정에 따라 기반시설을 조성하지 못하게 되면 기반시설 부족 현상을 오히려 부추길 수 있다는 한계가 있다. 예를 든다면, 본 제도가 성장을 제약하려는데 초점이 있진 않으나 지방정부가 기반시설 건설을 위한 충분한 재정 확보가 어려운 경우에는 실제로 개발을 전면 동결하는 수단으로 변질될 수 있다는 것이다. 반면에 이 제도에 의하면 일정 기준 이상의 기반시설 서비스 수준이 확보되는 어디에서든 새로운 개발이 가능하기에 근교농촌지역보다 서비스 용량에 여유가 있는 원교농촌지역에서 개발이 과다 발생할 우려도 있다(구형수, 2015; 이대중, 2015).

둘째, 성장단계프로그램(growth phasing program)이다. 성장단계프로그램은 지역의 단계별 개발계획에 따라 새로운 개발의 입지 및 시기를 조절하는 정책수단으로서 전 지역을 기반시설 공급계획에 따라 여러 성장 단계로 나눈 후, 새로운 개발사업 진행이 성장단계별 일정에 맞추도록 하는 방식이 일반적이다(구형수, 2015).

성장단계프로그램은 적정기반시설조례와는 달리, 서비스 수준을 만족시키는 개발사업도 지방정부가 수립한 단계별 개발계획 등을 고려하여 입지와 시기를 규제할 수 있으며(Clarion Associates, 2000) 개발이 적합한 지역을 미리 정함으로써 해당 지역으로 새로운 개발이 유도되게 할 수도 있다(구형수, 2015).

성장단계프로그램의 대표적 사례라 할 수 있는 라마포시는 18년간의 단계별 기반시설 공급계획<sup>3)</sup>과 이에 기초한 점수제도<sup>4)</sup>를 활용해 새로운



개발의 시점을 규제하였는데, 이를 통해 기반시설이 충분히 갖추어질 때까지 개발의 시기를 지연시킬 수 있었다(Freilich, 1999; 구형수, 2015).

셋째, 자본증진계획(capital improvement program)이다. 자본증진계획은 향후 5~6년간 공공의 자본증진사업에 소요될 자금의 출처와 조달 일정 등을 계획하는 정책수단으로, 자본증진사업(capital improvement projects)<sup>5)</sup>에 대해 우선순위, 예상 사업비, 재원조달 일정, 재원 출처 등에 관련한 계획을 포함하는 예산배정계획이다(구형수, 2015).

자본증진계획은 필요성이 낮은 공공사업 추진을 억제하고 개발사업자에게 공공투자의 입지 및 시기에 대한 신뢰도 높은 정보를 제공하여 각종 개발사업의 추진이 종합계획과 정합되도록 유도할 수 있는 장점이 있다. 이러한 장점을 잘 살려나가기 위해서는 작성된 자본증진계획이 계속 변화되는 지역 여건을 잘 반영하도록 매년 갱신하여야 한다(구형수, 2015).

적정기반시설조례 등 다른 성장관리정책 수단들의 효과적 운영을 위해 자본증진계획의 수립은 필수적이다. 적정기반시설조례를 도입한 많은 지방정부는 새로운 개발에 따라 발생하는 기반시설 수요가 현재의 기반시설 서비스 수준 뿐 아니라 자본증진계획에도 부합하는지도 검토한다. 즉, 자본증진계획은 적정기반시설조례, 개발영향부담금 등 시행의 정당성을 부여하는 역할을 하게 되는데(Schiffman, 2001) 만일 어떠한 지역에서 새로운 개발이 일어나는 경우 해당 사업이 마무리되는 시점까지 필요한 기반시설이 공급되도록 자본증진계획에 명시되어 있지 않다면 개발업자가 스스로 이를 설치하도록 강제하는 것이 가능해지는 것이다(구형수, 2015).

---

3) 라마포시는 1968년에, 도시기본계획(master plan)에 계획된 기반시설을 6년씩 3단계로 나누어 총 18년에 걸친 단계별 기반시설 공급계획을 수립하였다(구형수, 2015).

4) 라마포시는 신규 개발 신청이 있을 경우, 기반시설 공급계획을 토대로 개발대상지역의 기반시설 공급수준(하수도, 배수시설, 공원 및 여가시설, 도로, 소방서 등)을 점수화하여 15점을 넘지 못하는 경우 해당 개발을 불허하는 방식을 채택하였다(구형수, 2015).

5) 자본증진(capital improvement)은 일반적으로, 상하수도 설비 및 가로·도로 개선, 가로등, 교통신호등, 치안소방시설, 공원 건설, 관련 유사 공공사업 등을 포함하는 개념이다(Schiffman, 2001; 구형수, 2015).

마지막으로 도시성장경계(urban growth boundary, UBG)이다. 도시성장 경계는 성장한계선 설정 후, 경계선 내부에만 공공서비스를 공급하여 경계 외부의 비시가화지역의 신규 개발을 억제하고 경계 내부로 개발을 유도하는 정책수단이다. 성장경계선은 향후 10~20년 간의 성장수요를 예측하여 설정하는데<sup>6)</sup>, 이와 같이 성장경계선 설정시 정책집행의 여러 단계에서 주민들의 의견을 반영하고자 노력하는 경우가 많으며 5~10년 주기로 도시성장경계를 개편하는 등 도시성장 속도 및 추이에 따라 탄력적으로 대응한다(구형수, 2015; 이시철, 2002; 여창환, 2009).

도시성장경계 내부에서의 개발을 촉진하기 위해 별도의 도시서비스지구(urban service district)<sup>7)</sup>, 우선재정투입지역(priority funding areas, PFA)<sup>8)</sup>을 설정하거나 단계별 개발을 유도하기 위해 도시성장경계 내에 개발유보지역을 설정하기도 하며, 도시성장경계 외부의 비도시지역을 다시 보존의 강도와 시기를 고려하여 도시유보지역(urban reserve)과 농촌유보지역(rural reserve) 등으로 나누기도 한다(구형수, 2015; 여창환, 2009).

도시성장경계는 도시스프롤을 막는 강력한 정책수단임에도 다양한 논쟁이 발생할 수 있는데, 이 중 가장 큰 논쟁거리는 성장한계선을 설정

- 
- 6) 성장수요 예측은 장래인구의 추정, 주택 및 토지수요의 예측, 공공시설의 용량 및 수요 분석, 향후 개발가능지의 공급량 추정 등의 방식으로 이뤄지기도 한다(New Hampshire Department of Environmental Service, 2008). 성장수요 예측을 통한 도시성장경계 설정시 도시성장경계 내부에 적정량의 토지가 존재하도록 함이 매우 중요한데, 만약 포함된 토지의 양이 충분치 못할 경우에는 경계 내부의 토지·주택가격 상승, 법적 이의 신청, 경계 확대를 요구하는 정치적 압력 등이 발생하게 되며, 포함된 토지의 양이 과다할 경우는 압축적·연속적인 개발 촉진 등의 원래 목적을 제대로 달성하기 어렵게 되고 도시스프롤로 인해 공공서비스 공급에 자본 지출이 과도해지기 때문이다(Nelson & Duncan, 1995; 구형수, 2015).
  - 7) 미네소타(Minnesota) 주 미니애폴리스-세인트폴(Minneapolis-St. Paul) 지역은 1970년대 초에 지역하수처리가 이루어지는 광역도시서비스지역(metropolitan urban service area, MUSA)을 설정하였는데, 이 서비스지역 경계는 인접한 도시 및 카운티들의 종합 계획에도 반영되었다(Anderson, 1999; 구형수, 2015).
  - 8) 메릴랜드(Maryland) 주는 1997년의 스마트성장지역법(Smart Growth Areas Act)에 따라 우선재정투입지역(priority funding areas, PFA) 제도를 도입해 지금까지 운영 중인데, 지방정부들이 토지이용, 상하수도 공급 수준, 주거밀도 등을 기초로 일부 지역을 우선 재정투입지역으로 지정할 경우 주 정부는 심사를 거쳐 구역을 확정하고 해당 지역에 공공투자사업 등의 재정투입을 집중시킨다(구형수, 2015).

하면 개발 가용지의 공급을 줄여 토지 및 주택가격을 상승시킬 수 있고 (Schiffman, 2001), 이에 따라 재산세도 상승하여 경계 내부 지역에서 저소득층의 거주가 더 이상 어려워진다는 점이다. 또한 경계 외부지역의 토지이용이 제한되어 지가 하락이 초래될 수 있다는 점도 문제인데 이를 보완하고자 개발권 양도제(transferable development rights, TDR)가 도입되기도 한다(Anderson, 1999; 구형수, 2015).<sup>9)</sup>

도시성장경계는 홀로 운영되기보다는 앞에서 언급한 제도들과 연계하여 종합적 성장관리정책으로 활용되는 경우가 많다. 유타(Utah)주 서밋카운티(Summit County)는 도시성장경계 설정과 함께 도시(urban)지역, 도시화(urbanizing)지역, 미래 도시화(future urbanizing)지역의 3단계로 구분하는 성장단계프로그램을 도입하고 개발영향부담금을 산정하고자 기반시설 서비스 수준에 대한 기준을 마련하였다(Clarion Associates, 2000). 위스콘신주(Wisconsin) 디포리스트 지역(Village of Deforest)도 이와 유사하게 도시성장경계 내를 여러 성장단계로 구분하고 기반시설 서비스 수준에 대한 기준을 개발하여 자본증진계획과도 연계시켰다(구형수, 2015).

### 3) 우리나라의 성장관리정책 주요수단

우리나라에서 성장관리라는 용어가 최초로 사용된 것은 2000년 건설교통부장관이 수립하는 도시발전종합대책<sup>10)</sup>이다. 성장관리와 개념적으로 유사한 여러 정책들도 있었다. 특히, 서울에 집중되는 인구와 산업을

9) 일부 지방정부는 도시성장경계를, 개발권 양도제의 송출지역(sending areas)과 수용지역(receiving areas)을 구분하는 경계로 활용하고 있다(New Hampshire Department of Environmental Service, 2008). 도시성장경계 외부에 영구보전이 필요한 농지나 산지 등을 송출지역으로 지정하고 도시성장경계 내부지역 중 강도 높은 개발이 필요하여 용도지역제에서 허용하는 이상으로 밀도를 허용하고자 하는 곳을 수용지역으로 지정함으로써 경계 외부지역의 개발권을 경계 내부지역으로 양도할 수 있도록 하고 있다(구형수, 2015).

10) 당시 도시계획법(법률 제6243호, 2000.1.28., 전부개정) 제4조를 보면, 건설교통부장관은 전국 도시지역을 균형되고 지속가능하게 발전시키기 위한 정책방향을 제시하고 이를 위해서 국가 시책들을 종합한 대책(도시발전종합대책)을 5년마다 수립하도록 하였으며 도시발전종합대책의 내용에는 '대도시권의 성장관리에 관한 사항'을 포함하도록 하고 있다.

수도권 등 이외의 지역으로 분산시키기 위한 정책들이 1970년대 이후 본격적으로 발표되기 시작하였는데, 대도시 인구분산시책(1972년), 수도권 인구재배치 기본계획(1977년), 도시계획법(1971년)에 근거한 개발제한구역, 시가화조정구역, 도시개발예정구역 등이 그것이다(여창환, 2009).

1994년 당시, 국토이용관리법의 대대적인 개정과 함께 규제완화에 초점을 둔 준농림지역 제도가 도입되어 대도시 주변지역에 난개발 문제가 발생하였고, 이 문제가 사회적으로 큰 반향을 일으키면서 2003년에는 국토이용관리법이 폐지되었다. 또한 『국토의 계획 및 이용에 관한 법률』이 제정됨으로써 비도시지역에도 도시계획을 수립하여 선계획 후개발이 이루어질 수 있도록 제도가 개편되었다(여창환, 2009).

우리나라의 성장관리정책의 수단들은 공간적 측면과 비공간적 측면의 수단들로 나눌 수 있고 공간적으로는 시가화지역과 비시가화지역을 대상으로 하는 정책들로 나눌 수 있는데, 본 연구에서는 비도시지역 내의 난개발에 초점을 두고 있는 바, 비시가화지역<sup>11)</sup>을 대상으로 하는 성장관리정책의 주요 수단들을 살펴보고자 한다.

비시가화지역의 성장관리를 위한 정책수단들 즉, 비시가화지역의 관리제도는 계획입지를 대상으로 하는 지구단위계획, 기반시설부담구역, 성장관리방안, 준산업단지, 공장입지유도지구 등과 개별입지를 대상으로 하는 개발행위허가가 있다. 비도시지역을 대상으로 하는 지구단위계획은 주거형·산업유통형·관광휴양형·특정·복합형이 있으며, 기반시설부담구역은 개발로 인해 공원, 녹지, 도로 등 기반시설의 설치가 요구되는 지역을 대상으로 기반시설을 설치하거나 그에 요구되는 용지를 확보하기 위하여 지정하며 행위제한이 완화되거나 해제되는 지역, 인구나 개발행위허가가

---

11) 본 연구에서는 『국토의 계획 및 이용에 관한 법률』 제36조제1항(용도지역의 지정)을 고려하여 용도지역 중 주거, 상업, 공업, 녹지지역을 '도시지역'으로, 관리, 농림, 자연환경보전지역은 '비도시지역'으로 구분하며, 같은 법 제58조제3항(개발행위허가의 기준 등)의 내용을 고려하여 주거·상업·공업지역을 '시가화지역'으로, 녹지지역과 비도시지역은 '비시가화지역'으로 구분하도록 한다.

크게 증가한 지역 등이 지정대상이 된다. 성장관리방안은 개발가능성이 높은 지역에 대해 난개발을 방지하고 계획적 개발을 유도하기 위한 목적이 있으나 지구단위계획보다 간소화하여 계획을 쉽게 할 수 있도록 하였고 개발행위의 방향을 계획적이고 환경친화적으로 설정하는데 초점을 두고 있다(이외희 외, 2016).

준산업단지와 공장입지유도지구는 비시가화지역 공장의 정비와 계획적 개발을 위해 마련된 제도이다. 준산업단지제도는 개별공장들의 밀집도가 다른 지역에 비해 높고 기반시설이 열악하여 정비가 요구되는 지역에 『산업입지 및 개발에 관한 법률』에 근거하여 지정하며, 지정을 위해서는 일정한 비율 이상의 토지소유자와 공장소유자의 동의를 필요로 한다. 공장입지유도지구는 계획관리지역에서의 공장설립을 환경친화적이고 계획적으로 담아내기 위해 도입된 제도로 공장설립을 위한 요건이 양호한 지역을 사전에 지정함으로써 개별공장의 조성이 원활하도록 지원하는 제도이다. 공장을 대상으로 한다는 점에서 준산업단지와 비슷하나 준산업단지가 기존의 공장을 정비하고자 하는 목적이 있는 반면에 공장입지유도지구는 공장이 아직 입지하지 않은 지역에 공장입지를 유도하여 계획적으로 집산화하고자 한다는 점에서 차이가 있다(이외희 외, 2016).

개별입지제도인 개발행위허가제도는 개별적 개발행위의 허가여부를 결정함으로써 소규모 난개발을 막고 계획적 개발을 유도하고자 운영되는 제도로서 현 시점에서 가장 포괄적으로 운영되고 있는 비시가화지역 관리수단이다. 허가여부는 담당부서의 자체검토나 도시계획위원회 심의를 통해 계획의 적정성, 기반시설의 확보여부, 주변 환경과의 조화 등을 고려하여 결정되며, 주변 민원 등을 이유로는 불허하지 못하게 하는 등 일정 부분 개인의 재산권 행사를 보장하여 토지의 경제적 이용을 함께 도모하는 측면도 가지고 있다(이외희 외, 2016).

표 3 비시가화지역 관리제도의 주요 특성

제 도		대상지역		목 적
계획 입지	지구단위계획*	일반적 개발	전 지역	계획적 개발
	성장관리방안**		개발가능성이 높은 지역 (비시가화지역)	난개발 방지 계획적 개발 유도
	기반시설 부담구역		개발압력이 높은 지역	기반시설 확보
	준산업단지	공장	기존공장 정비(계획관리)	난개발 정비
	공장입지 유도지구		공장이 거의 없는 지역의 공장입지 유도(계획관리)	난개발 방지 계획적 개발 유도
개별 입지	개발행위허가	-	전 지역	소규모 난개발 제어, 계획적 개발 유도

\* 소규모, 대규모 계획적 개발지역 / 인센티브 제공 / 모든 지역에 가능

\*\* 소규모 개발가능지역 / 인센티브 제공(계획관리지역 등) / 일부지역에 가능

출처 : 이희희 외(2016), '성장관리방안 수립방향 연구', p18. 수정

표 4 비시가화지역 관리제도 현황

제 도		지정권자 (허가권자)	관련법	인센티브 등
계획 입지	지구단위 계획	국토부장관, 시·도지사, 시장·군수	<ul style="list-style-type: none"> <li>국토의 계획 및 이용에 관한 법률</li> <li>지구단위계획수립지침</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>건축물의 용도제한 등 완화</li> <li>건폐율의 150%, 용적률의 200% 이내 완화</li> <li>공공시설 등 부지, 설치제공 여부와 관계없이 완화적용</li> </ul>
	성장관리 방안	특별시장, 광역시장, 특별자치시장,	<ul style="list-style-type: none"> <li>국토의 계획 및 이용에 관한 법률</li> <li>성장관리방안수립지침</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>건폐율 및 용적률의 125% 완화</li> <li>도시계획위원회 심의 제외</li> </ul>
	기반시설 부담구역	특별자치도지사, 시장·군수	<ul style="list-style-type: none"> <li>국토의 계획 및 이용에 관한 법률</li> <li>기반시설연동제운영지침</li> </ul>	
	준산업 단지	시장, 군수, 구청장	<ul style="list-style-type: none"> <li>산업입지 및 개발에 관한 법률</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>비용보조 및 시설지원                             <ul style="list-style-type: none"> <li>7만㎡ 이상 : 국가 지원 가능</li> <li>3만㎡ 이상 : 지자체 지원 가능</li> </ul> </li> <li>녹지 및 도로 확보비율 완화</li> </ul>
	공장입지 유도지구			<ul style="list-style-type: none"> <li>도시계획위원회의 심의, 전략 환경영향평가 및 사전재해 영향성검토 제외</li> <li>지구단위계획 수립 특혜</li> <li>공동 오폐수처리시설, 특정수질 유해물질 배출허용기준 등 완화                             <ul style="list-style-type: none"> <li>15만㎡ 이상 : 국가 지원 가능</li> <li>3만㎡ 이상 : 지자체 지원 가능</li> </ul> </li> </ul>
개별 입지	개발행위 허가	특별시장, 광역시장, 특별자치시장, 특별자치도지사, 시장·군수	<ul style="list-style-type: none"> <li>국토의 계획 및 이용에 관한 법률</li> <li>개발행위허가운영지침</li> </ul>	

출처 : 이외희 외(2016), '성장관리방안 수립방향 연구', p19. 수정

이와 같은 비시가화지역 관리제도 즉, 비시가화지역을 대상으로 하는 성장관리정책 수단들의 실효성은 그 운영현황을 살펴봄으로써 가늠할 수 있다.

계획입지 중 지구단위계획의 경우, 전국 비도시지역에 총 1,351개소, 169,796천㎡가 지정되었다. 계획입지 방식인 만큼 개별적 개발수요를 집산화하고 기반시설을 충분히 설치하게 되는 장점이 있지만, 개발자가 기반시설을 부담하는 경우에 인센티브가 부여되면서도 녹지의 개발에 대한 제한 조치가 미비하여 비시가화지역 환경을 오히려 악화시킬 우려가 있다. 비도시지역 내에서 일정규모 이상의 개발사업을 하려는 사업자의 입장에서는 건축물 용도, 밀도 등에 있어서 상당한 수준의 규제완화를 받을 수 있어 지구단위계획은 전국적으로 활발히 운영되고 있는 편이라 할 수 있다(이외희 외, 2016; 김은란 외, 2013).

지구단위계획과는 달리, 기반시설부담구역은 전국에 10개소, 준산업단지는 5개소, 공장입지유도지구도 2개소에 불과한 실정이다. 이렇게 운영이 저조한 이유를 살펴보면 기반시설부담구역의 경우, 규제 중심의 성장관리정책 수단이라는 인식에 따라 기반시설부담구역 지정 지역과 그렇지 않은 지역 간에 형평성의 문제가 발생할 가능성이 있어 지방자치단체의 장이 지정을 선호하지 않기 때문으로 보여진다. 또한 현 용도지역 제도상, 비시가화지역 중 몇 가지의 보전적인 용도지역을 제외한 대부분의 관리지역에서 자유롭게 개발할 수 있기 때문에 특정 지역에 기반시설부담구역을 지정하게 되면 이후의 개발행위가 기반시설부담구역이 아닌 다른 지역에 입지하면서 또 다른 난개발을 조장한다는 점, 기반시설부담을 면제 또는 감면받을 수 있는 시설과 사업의 종류가 과다하다는 문제 등도 제도가 제대로 운용되지 못하는 원인으로 판단된다. 민간주도의 기존공장정비를 목적으로 하는 준산업단지 제도는 건축 완화규정 등 인센티브나 기반시설을 위한 재정지원 근거가 미흡하여 실현이 어렵다는 것이 제도 확산 실패의 원인으로 보이며, 공장입지유도지구는 계획수립지침이 없어



구체적 지구지정 기준이 모호할 뿐더러 구체적 사업시행수단이 없는 상태에서 지구를 지정할 경우 주변지역의 지가상승이 우려되고 고시일로부터 2년 내에는 변경이 불가능하도록 하여 사유지의 경우에는 장기간 사유권이 제한될 수 있는 소지가 있는 등의 문제가 원인으로 판단된다(이외희 외, 2016; 김은란 외, 2013; 구형수, 2015).

성장관리방안은 2010년에 연접개발제한제도가 폐지됨에 따라 마련된 난개발 방지를 위한 보완수단으로서 『국토의 계획 및 이용에 관한 법률』 개정을 통해 2013년부터 제도화되었다. 성장관리방안은 지구단위계획에 비해 계획항목이 간소화되어 있을 뿐 아니라 지자체의 성격을 고려하여 계획내용의 초점을 달리할 수 있으며, 도시관리계획이 아니기 때문에 구역의 지정과 변경도 유연하다는 장점이 있어(구형수, 2015) 여러 지자체에서 도입을 진행 중이다. 행정중심복합도시 주변의 난개발 문제에 대응이 시급했던 세종시가 2016년 8월에 전국 최초로 성장관리방안 시행에 들어간 것을 시작으로 지금까지 총 6개 지자체에서 수립을 완료하여 시행 중이며, 경기도 고양시, 울산시 북구, 제주시 등 총 13개 지자체에서 수립을 진행 중이다.

표 5 비시가화지역 관리제도 운영현황

구 분		현 황	관련법
계획 입지	지구단위계획	◦ 전국 비도시지역 1,351개소, 169,796천㎡ 지정	◦ 국토의 계획 및 이용에 관한 법률
	기반시설 부담구역	◦ 울주군 5개 지구, 여주시 1개 지구, 김해시 4개 지구 지정	
	준산업단지	◦ 화성시 4개 지구(북양, 구장, 하저, 양감), 김포시 1개 지구(웅정) 지정	◦ 산업입지 및 개발에 관한 법률
	공장입지 유도지구	◦ 영동군 1개 지구(용산), 장성군 1개 지구(회사촌) 지정	
	성장관리방안	◦ 인천시(중구), 세종시, 경기도(화성, 파 주, 광주), 충남도(공주) 수립완료	◦ 국토의 계획 및 이용에 관한 법률
개별 입지	개발행위허가	◦ 2016년 한해 기준, 비시가화지역 94,253건, 510,755천㎡ 허가	◦ 국토의 계획 및 이용에 관한 법률

출처 : 이외희 외(2016), '성장관리방안 수립방향 연구', p20. 수정; 국토교통부·한국토지주택공사(2017), '2016 도시계획현황', p.207; 국토교통부(2017), '시·도별 성장관리방안 운영현황 점검결과'(2017.3월말 기준).

성장관리방안이 실효성 있는 비시가화지역 성장관리정책 수단으로 자리 잡기 위해서는 해결해야 할 문제점들이 여러 가지가 있다. 첫째, 성장관리지역 내 기반시설 설치를 위해 국가차원의 재정지원 근거를 마련할 필요가 있다. 이외희·임지현(2014)이 실시한 설문조사 결과에 의하면 경기도 내 다수의 시·군에서 기반시설 설치 부담을 이유로 성장관리방안 수립을 꺼리고 있는 것으로 나타났으며, 성장관리방안 제도의 개선을 위해 여러 지자체에서 국토교통부에 국비지원, 지방세 감면 등 추가적인 인센티브가 필요함을 지속적으로 건의하고 있기도 하다. 둘째, 성장관리지역 안으로 개별입지를 유도해 낼 수 있는 정책수단이 미흡하다는 점이다. 이 문제는 기반시설부담구역 등 위에서 언급한 다른 수단들도 동일하게 갖고 있는

한계점이다. 이러한 한계점을 극복하기 위한 대책으로 성장관리지역에 인센티브를 부여하고, 그 외 지역은 개발행위허가의 기준을 강화하는 방안이 많이 언급된다(박세훈 외, 2011; 김은란 외, 2013; 이외희·임지현, 2014; 김동근 외, 2014; 구형수, 2015). 성장관리지역의 범위를 설정하는 과학적이고 합리적인 방법도 필요하다. 현 제도상 설정기준은 획일적<sup>12)</sup>이고 모호하여 성장관리지역 설정 과정에서 주민들을 설득할 수 있는 논리를 얻기가 어려운 실정이다.

---

12) 성장관리방안수립지침(국토교통부훈령 제796호, 2016.12.30., 일부개정)에 규정된 성장관리지역 설정기준(4-2-1)에 의하면, 유보용도(자연녹지·계획·생산관리지역)를 대상으로 성장관리지역을 지정할 수 있도록 하였고 불가피한 경우 전체 면적의 20%의 범위 내에서만 보전용도(보전녹지·생산녹지·보전관리·농림·자연환경보전지역)를 포함할 수 있도록 하였는데, 세종시의 경우 지가가 저렴하고 경관이 수려한 보전관리지역을 중심으로 단독주택의 난개발이 집중되고 있어 성장관리지역 지정 대상을 보전용도 전체로 확대해 줄 것을 국토교통부에 건의하였다. 이에 따라 국토교통부는 2017.12.29.일에 『국토의 계획 및 이용에 관한 법률 시행령』을, 2018.1.2.일에 성장관리방안수립지침을 개정하여 보전용도도 면적의 제한없이 성장관리지역으로 지정할 수 있도록 하였다. 또한 동 지침에서 성장관리지역 설정시 고려사항(4-2-2)으로 '해당 지역의 최근 6개월 또는 1년간 개발행위허가 건수가 직전 동기대비 20% 이상 증가한 지역, 해당 지역의 최근 1년간 인구증가율 및 지가변동률이 해당 시군구의 최근 1년간 인구증가율 및 지가변동률보다 20% 이상 높은 지역'을 제시하였으나 이 기준은 실제 정책 현장에서 구체적인 구역 설정을 위해 적용하기가 쉽지 않다. 이에 세종시는 행정중심복합도시 주변의 6개 면지역이 가능한 한 최대한 포함되도록 성장관리지역을 설정하여 운영 중이다.

### 3. 성장관리방안수립지침<sup>13)</sup>

우리나라의 비시가화지역에 대한 성장관리정책 수단 중 가장 최근에 마련된 제도는 성장관리방안이며 그 세부적인 수립기준은 성장관리방안 수립지침에 수록되어 있다. 본 연구는 시행초기단계에 있는 성장관리방안의 안정적 정착과 실효성 제고에 기여하고자 하는 목적을 갖고 있으므로, 동 제도에 대한 세부적 이해를 위해 성장관리방안수립지침의 주요내용을 살펴보고자 한다.

성장관리방안수립지침에는 성장관리방안 제도의 개요, 기초조사, 성장관리방안 수립절차, 성장관리지역의 설정방법, 성장관리방안의 수립기준이 제시되어 있다.

#### 1) 성장관리방안의 개요

성장관리방안은 개발압력이 높아져 무질서하게 개발이 진행될 것으로 우려되는 지역에 대해 해당 자치단체의 장이 자율적으로 수립하는 계획이자, 미래 개발행위를 예측해 이를 계획적 개발이 되도록 관리방향을 제시하는 유도적인 성격의 계획이다. 즉, 미래의 개발행위의 확산을 예측하여 수립하는 계획임을 고려할 때 설명력 있는 개발확산 예측모형을 적용할 경우 본 방안의 실효성 제고가 기대된다.

성장관리방안을 수립하기 위하여 설정한 지역 또는 수립된 지역을 성장관리지역이라 한다. 이와 같이, 그 계획의 내용과 구성이 지구단위계획제도와 유사하나 그 계획내용을 도시관리계획으로 결정하지는 않아 그 수립과 운용이 탄력적이어서 현안대응력이 높다고 할 수 있다.

---

13) 성장관리방안수립지침은 『국토의 계획 및 이용에 관한 법률』 및 동법 시행령 제56조의4의 규정에 따라, 국토교통부 훈령(제958호, 2018.1.2. 일부 개정)으로 마련되어 운영되고 있다.

## 2) 기초조사

성장관리지역 설정과 성장관리방안 수립을 위해서는 우선 기초조사가 이루어져야 한다. 기초조사시 도시·군기본계획 및 도시·군관리계획 수립과정에서 구축한 자료를 활용할 수 있으므로 지구축자료에서 얻을 수 없는 내용 중심으로 최소한의 범위에서 기초조사를 실시할 필요가 있다.

표 6 개발가능지 분석기준 사례(2030 세종도시기본계획)

구 분	내 용	비 고
기개발지	<ul style="list-style-type: none"> <li>도시관리계획상 주거·상업·공업지역(시가화지역)</li> <li>취락 밀집지역(취락지구)</li> <li>개발진흥지구, 개발사업 및 계획수립지역 등</li> </ul>	인문·사회적 측면
개발억제지	<ul style="list-style-type: none"> <li>생산·보전녹지지역 및 생산·보전관리지역</li> <li>농림지역 및 자연환경보전지역</li> <li>문화재보호구역, 상수도보호구역</li> <li>개발제한구역</li> </ul>	법·제도적 측면
개발불가능지	<ul style="list-style-type: none"> <li>생태자연도 1등급, 임상도 5등급 이상, 하천</li> <li>기준표고(국도1호선 평균표고 : 70m)부터 50m 이상</li> <li>경사 20° 이상의 토지</li> </ul>	자연환경적 측면
개발가능지	<ul style="list-style-type: none"> <li>건설지역(행정중심복합도시 예정지역)을 제외한 지역</li> <li>기개발지, 개발억제지, 개발불가능지를 제외한 지역</li> </ul>	-

출처 : 세종특별자치시(2014), '2030 세종도시기본계획', p91. 일부 수정

기초조사를 통해 시·군의 현황과 문제점을 살펴보는 한편, 개발압력이 높은 지역과 향후 개발행위의 진행방향을 예측함으로써 향후 전망을 파악한다. 이를 위해 개발가능지 분석<sup>14)</sup>과 개발행위허가 현황 분석<sup>15)</sup>을

14) 시·군의 표고와 경사 등 자연환경적인 요소와 법적인 제한구역 등 인문환경적인 요소를 종합하여 개발가능지를 분석한다. 단, 도시·군기본계획 및 도시·군관리계획 수립시의 분석자료나 토지적성평가 분석자료가 활용가능시 이를 활용하며, 개발가능지 분석에 있어 구체적인 사항은 '도시·군기본계획수립지침'을 준용한다.

실시한다. 기초조사의 주요목적이 개발행위의 진행방향 예측에 있는 만큼, 개발행위의 확산을 정밀하게 예측할수록 성장관리방안의 계획적 실효성도 함께 제고될 것으로 기대된다.

### 3) 성장관리방안 수립절차

성장관리방안의 수립 및 결정절차는 큰 틀에서 보면 지구단위계획과 유사하지만 다소 간소화되어 있다.

표 7 성장관리방안과 지구단위계획의 수립 및 결정절차 비교

성장관리방안	지구단위계획
기초조사	기초조사
성장관리방안 입안	지구단위계획안 작성
주민·지방의회 의견청취	주민의견청취
관계기관 협의	지구단위계획의 입안
시·군 도시계획위원회 심의	관계기관 협의, 관련법률 협의·심의
성장관리방안 결정 및 고시	도시계획위원회/건축위원회 공동심의
일반열람	지구단위계획 결정 및 고시
	일반열람

출처 : 국토교통부, 성장관리방안수립지침(2018). 지구단위계획수립지침(2017). 발췌·정리

- 15) 최근 5년 동안 산지전용, 농지전용허가 등을 포함하여 개발행위허가 입지를 분석·제시하되, 해당 시·군의 개발행위허가의 양상을 이해할 수 있도록 개발행위허가의 연도별 건수 추이, 용도지역별 개발행위허가 건수, 건축물 용도별 개발행위허가 건수 및 분포도(주택, 근린생활시설, 공장, 창고, 동물 및 식물 관련시설, 기타 등)를 제시한다.

먼저, 주민의견 청취 시점이 상이한데 지구단위계획은 입안 이전에 성장관리방안의 경우에는 입안 이후에 실시하도록 하고 있다. 성장관리 방안은 각종 영향평가 등 관계법률에서 정하는 협의나 심의를 받지 않도록 하고 있어 지구단위계획에 비해 수립절차가 간소하다. 또한 지구단위 계획은 도시계획위원회와 건축위원회의 공동심의를 거치도록 하고 있으나 성장관리방안은 도시계획위원회만 거치도록 하고 있다.

#### 4) 성장관리지역의 설정

성장관리지역은 개발행위와 인구증가 추세, 주변지역의 개발여건 변화, 지가변동을 등 객관적 기초자료를 활용하되 해당 지역의 여건과 정책적인 고려사항을 종합해 설정하도록 하고 있다.

즉, 객관적인 기초자료로서 개발행위허가 건수의 증가율, 인구증가율, 지가변동을 등을 고려하도록 하고 있으나 실제 정책현장에서는 이러한 자료들이 성장관리지역의 설정을 위한 구체적이고 명쾌한 기준이 되기는 어렵다. 결국 각 지자체에서는 지역의 특성을 고려하여 정책적인 판단에 따라 성장관리지역을 설정하고 있다. 예를 들어, 세종시의 경우 행정중심 복합도시 주변 6개 면을 대상으로 지정가능한 지역을 최대한 포함하여 성장관리지역을 지정하였다.

또한 당초에는 계획관리지역 등의 유보용도를 위주로 성장관리지역을 지정하도록 하였으나, 세종시와 같이 지역에 따라서는 보전관리지역 등의 보존용도에 개발행위가 집중되고 있어, 유보용도를 중심으로만 지정할 경우 보전용도로 개발행위가 옮겨가는 개발의 풍선효과가 우려되는 상황이었다. 이에 보전용도도 제한 없이 성장관리지역으로 지정 가능하도록 제도개선이 이루어져야 한다는 의견이 많았다. 이에 국토교통부는 이러한 의견을 반영하여 성장관리방안 제도를 활성화하고자 2017.12.29.일자로

『국토의 계획 및 이용에 관한 법률 시행령』을 개정하여 보전용도도 면적의 제한 없이 성장관리지역으로 지정할 수 있도록 하였다.

**표 8 성장관리지역 설정의 세부기준**

구 분	내 용	비 고
용도지역	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ (당초) 유보용도(자연녹지/계획관리/생산관리지역) 중 설정               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 다만, 기반시설 설치 변경 등을 위해 필요한 경우 전체 면적의 20% 범위내에서 보전용도(보전녹지/생산녹지/보전관리/농림/자연환경보전지역) 일부 포함 가능</li> </ul> </li> <li>◦ (변경) 유보용도 및 보전용도(2018.1.2., 지침 개정)</li> </ul>	
기본적 설정기준	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 주변 토지이용이나 교통여건 변화로 향후 시가화 예상지역</li> <li>◦ 개발수요가 많아 난개발이 진행 중이거나 진행 예상지역</li> <li>◦ 주변지역과 연계하여 체계적 관리가 필요한 지역</li> <li>◦ 그 밖에 위 사항에 준하여 도시·군계획조례로 정하는 지역</li> </ul>	
세부 고려사항	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 해당지역의 최근 6개월 또는 1년간의 개발행위허가 건수가 직전 동기대비 20% 이상 증가한 지역</li> <li>◦ 해당지역의 최근 1년간 인구증가율 및 지가변동율이 해당 시·군·구의 최근 1년간의 그것보다 20% 이상 높은 지역</li> <li>◦ 가능한 한 정형화된 지역으로 설정하고 도로, 하천 등 특색 있는 지형지물을 이용하여 경계선이 분명히 구분되도록 함</li> </ul>	
면적기준	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 난개발을 방지하고 계획적 개발을 유도할 수 있는 규모 이상으로 지정. 단, 계획관리지역 포함시 3만㎡ 이상</li> </ul>	

출처 : 국토교통부(2016, 2018), '성장관리방안수립지침'. 발췌·정리

## 5) 성장관리방안 수립기준

성장관리방안 수립시에는 2가지 사항 즉, 도로, 공원 등 기반시설의 배치와 규모에 관한 사항과 건축물의 용도제한 및 건폐율 또는 용적률을 필수적으로 포함한다. 그 외의 사항들은 지자체의 상황에 따라 선택적으로 포함할 수 있다.



표 9 성장관리방안의 수립기준

구 분		내 용	비 고
일반원칙		<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ ①, ②는 필수 수립. ③~⑤는 필요할 경우에 한하여 포함</li> <li>① 도로, 공원 등 기반시설의 배치와 규모에 관한 사항</li> <li>② 건축물의 용도제한, 건축물의 건폐율 또는 용적률</li> <li>③ 건축물의 배치·형태·색채높이 ④ 환경관리계획 및 경관계획</li> <li>⑤ 그 밖에 필요한 사항으로서 도시·군계획조례가 정하는 사항</li> <li>◦ 도시·군기본계획 및 도시·군관리계획 내용에 부합되게 수립</li> <li>◦ 쾌적하고 편리한 환경조성을 위해 환경친화적으로 수립</li> <li>◦ 주민이 참여하는 합리적인 방안이 수립되도록 함</li> <li>◦ 꼭 필요한 사항만을 포함하여 경제활동 영향 최소화</li> </ul>	
기반시설계획		<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 도로 등 기반시설 계획시, 기존의 기반시설 우선적 활용</li> <li>◦ 기반시설계획은 향후 도시·군관리계획으로 결정 가능</li> </ul>	필수
건 축 물	용도	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 권장용도, 허용용도, 불허용도 등으로 설정</li> <li>◦ 용도의 무원칙한 혼재가 발생되지 않도록 함</li> <li>◦ 주거 및 교육환경의 보호 필요시, 일반숙박시설 및 위락시설의 용도 제한 또는 녹지 등 완충시설 계획</li> </ul>	필수
	건폐율, 용적률	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 기반시설 편입여부, 권장사항 이행여부 등에 따라 인센티브를 차등 제공하여 계획목적 달성의 수단으로 활용</li> <li>◦ 용적률 : 계획관리지역 100% → 125%</li> <li>◦ 건폐율 : 계획관리지역 40% → 50%, 생산관리지역 20% → 30%</li> </ul>	필수
	배치형태 색채높이	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 주변경관 및 자연환경과의 조화, 조망권, 건축물의 미관 등을 위해 고려될 기본요소로서 권장사항으로 계획</li> </ul>	선택
환경관리계획		<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 구릉지 등의 절토 최소화, 절토면이 드러나지 않도록 함</li> <li>◦ 대기오염 생산활동은 주거지 안에서 일어나지 않도록 함</li> </ul>	선택
경관계획		<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 자연생태계와 자연경관은 최대한 보전을 원칙</li> <li>◦ 지자체별로 여건과 특성을 최대한 살리는 방향으로 추진</li> </ul>	선택

출처 : 국토교통부(2018), '성장관리방안수립지침'. 발췌·정리

기반시설에 관한 사항을 첫번째 필수 계획항목으로 설정한 것은 성장관리정책의 기본원칙 중 신규 개발시 적정한 기반시설의 공급이 동시에 이뤄져야 함을 의미하는 '동시성'을 강조한 것으로 판단된다. 건축물의 용도제한은 용도혼재로 인한 주거환경 악화 등의 문제해결에 초점을 둔

사항으로 보여지며, 건축물의 건폐율 또는 용적률은 인센티브 수단으로서 성장관리방안에서 규정하는 기반시설과 용도에 관한 규제사항을 개발주체들이 준수하도록 유도하는데 활용된다.

성장관리방안은 도시·군기본계획과 도시·군관리계획의 내용에 부합되게 수립하도록 하고 있다. 이는 중앙 및 지방정부, 인접 지방정부 간 혹은 동일한 지방정부 내 관계부서 간 정책방향이 충돌하지 않아야 한다는 성장관리정책의 '일관성'의 원칙을 강조한 것으로 판단된다.

성장관리방안의 수립기준은 성장관리정책의 기본원칙이라 할 수 있는 동시성과 일관성을 확보하는데 중점을 두어 규제와 인센티브를 균형있게 운용하되 필수사항 중심으로 계획내용을 최소화하도록 하고 있다. 이는 성장관리방안이 과도한 규제가 되지 않으면서도 난개발을 막는 실효성이 높은 정책이 되는데 초점을 두고 있기 때문인 것으로 보인다.

성장관리방안수립지침에서 제시하는 규제와 인센티브 수단이 지자체의 정책현장에서 어떻게 구체화되어 시행되는지를 살펴보면 성장관리방안의 주요 정책수단이 무엇인지가 더욱 분명해진다. 성장관리방안이 제도화된 후, 초기에 수립하여 시행 중인 3개 지자체의 계획내용을 살펴보았다.

성장관리방안을 수립하여 국내 최초로 시행한 지자체는 세종시다. 행정중심복합도시 주변의 난개발 문제를 해소하고자 장군면 등 6개 면 지역 53.9km<sup>2</sup>의 면적을 대상으로 2016.8.1.일자로 성장관리방안을 시행하였다. 세종시가 중점을 둔 계획내용은 기반시설계획과 환경관리계획이다. 세종시는 비도시지역에서 기반시설을 갖추지 않고 산지에 무질서하게 들어서는 단독주택 개발을 난개발의 주원인으로 보았다. 이에 성장관리지역 내에서 도로계획선을 통해 6m 이상의 진입도로를 확보하도록 하는 물리적 규제를 계획하였다. 또한 기반시설 부담을 회피하기 위해 만연하는 분양목적의 쪼개기식 개발을 억제하기 위해 기허가지의 기반시설 준공시까지 연접 추가개발을 간접적으로 제한하는 시간적 규제도 병행하였다. 산지개발로

인한 무분별한 절토면 발생 등의 자연경관 훼손을 최소화하고자 단지 내부도로 경사도를 14% 이하, 즉 약 8도 이하로 하고 대지면적의 5% 이상은 조경을 시행하도록 하였다. 이러한 기반시설 및 환경관리 규제사항을 준수하도록 유도하고자 건축물 건폐율 및 용적률 인센티브를 부여할 수 있도록 계획하였다. 성장관리방안에서 제시하는 의무사항과 권장사항을 준수할 경우, 계획관리지역 내 개발은 용적률을 125%(법정기준 100%)까지 건폐율은 50%(법정기준 40%)까지 완화하며 생산관리지역 내 개발은 건폐율을 30%(법정기준 20%)까지 완화해 줄 수 있도록 하였다.

화성시는 우정읍 매향리 등 시범지역 2개소 1.7km<sup>2</sup>를 대상으로 성장관리방안을 수립하여 2017.8.9.일자로 시행하였는데, 평화생태공원, 남양역 등 개발압력이 높은 지역에 대한 계획적 개발 유도를 목적으로 한다. 세종시의 사례와 마찬가지로 도로계획선 등을 통한 기반시설 확보에 중점을 두었으며 성장관리지역 내 주요 도로계획에 대해서는 향후 도시계획도로로 결정하여 공공재원을 투입해 개설하겠다는 의지를 계획에 담았다. 용도가 혼재되어 있는 지역의 관리를 위해 용도현황별 조닝계획을 수립하였다. 성장관리지역을 주거용도, 복합용도, 근린생활시설 및 판매시설용도, 숙박시설용도, 산업시설용도로 나누고 각 용도 존마다 허용, 불허, 권장용도를 명시하였다. 주요도로변에 개별입지 공장과 제조업소가 난립하여 가로경관을 해치는 문제에 대응하고자 옥외광고물의 기준을 제시하고 가설건축물을 금지하는 등 경관계획도 강조하여 수립하였다. 세종시와 같이 기반시설 및 용도관리 규제사항을 준수하도록 유도하고자 건축물 건폐율 및 용적률 인센티브를 부여할 수 있도록 계획하였다.

파주시는 야당동 일원 등 2개소 7km<sup>2</sup>를 대상으로 운동신도시 주변의 난개발방지 및 관리를 위해 성장관리방안을 수립하여 2017.10.7.일자로 시행하였다. 파주시는 필수항목에 대해서만 계획을 수립하였는데 도로계획선을 이용한 기반시설계획과 용도제한 및 관리를 위한 주거존, 복합존,

공업존 등 용도현황별 zoning계획, 건축물 건폐율 및 용적률 인센티브 계획을 수립하였다.

표 10 성장관리방안 주요내용 사례 비교(3개 지자체)

지자체 구분		세종시 (2017.8.2.시행)	화성시 (2017.8.9.시행)	파주시 (2017.10.7.시행)
목 적		◦ 행복도시 주변의 난개발문제 해소	◦ 체계적·계획적 개발 유도 및 관리	◦ 운정신도시 주변의 난개발방지 및 관리
위 치		◦ 행복도시 주변 6개 면(장군면 등) 53.9km <sup>2</sup>	◦ 우정읍 매항리 0.5km <sup>2</sup> ◦ 남양읍 신남리 1.2km <sup>2</sup>	◦ 야당동 일원 2.9km <sup>2</sup> ◦ 신촌동 일원 4.1km <sup>2</sup>
기반시설 배치·규모		◦ <u>도로계획선에 의한 도로폭 6m 이상 확보</u> ◦ <u>진입도로 준공시까지 연접 추가개발 간접 제한</u>	◦ 도시계획도로 변경· 유도(공공재원 투입) ◦ <u>도로계획(현황도로, 지적선 활용)</u>	◦ <u>도로계획선에 의한 도로폭 6m 이상 확보</u>
건 축 물	용도 제한	◦ 환경영향우려용도, 경관훼손용도 불허 (주거밀집지·주요도로 인근, 경관관리구역 내)	◦ 용도현황별 조닝 (주거, 복합, 근생· 판매시설, 숙박, 산업)	◦ 용도현황별 조닝 (주거Zone, 복합Zone, 공업Zone)
	건폐율 용적률 인센티브	◦ 용적률 : 계획관리지역 100% → 125% ◦ 건폐율 : 계획관리지역 40% → 50%, 생산관리지역 20% → 30%		
		◦ <u>도로 개설, 조경기준 준수 등에 따라 제공</u>	◦ <u>도로계획, 규제내용, 권장용도 준수시 제공</u>	◦ <u>도로편입, 공동개발, 권장용도 준수시 제공</u>
	배치, 형태 등	◦ 경사지붕, 경관계획 색채 적용 등 권장	◦ 주요도로변, 이면부를 차별화한 배치계획 등	-
환경관리 및 경관계획		◦ 옹벽 안전대책(2단 이내, 1단 3m 이하) ◦ 내부도로 경사 14% 이하 ◦ <u>대지면적 5% 조경</u> (산지개발, 660㎡이상 산지아닌지역 개발)	◦ 옥외광고물 기준제시 ◦ 담장·휨스 설치금지, 가설건축물 금지 등	-
기타		◦ 도시계획위원회 ‘심의’ → ‘자문’ 대체	-	-

출처 : 세종특별자치시 고시 제2016-111호(2016.8.1.), 화성시 고시 제2016-333호(2016.8.9.),  
파주시 고시 제2016-144호(2016.10.7.)의 주요내용 요약·정리

이와 같이, 성장관리방안수립지침과 성장관리방안을 시행중인 지자체의 사례를 살펴본 결과 성장관리방안 제도의 주요 규제 및 인센티브 수단은 다음과 같이 정리할 수 있다.

첫째, 기반시설 확보를 위한 물리적 규제 수단이다. 도로계획선을 설정하여 폭 6m 이상의 적정한 진입도로를 확보하고자 하는 방식은 3개 지자체에서 공통적으로 적용하였다. 이는 개발주체가 자신의 토지 일부를 도로부지로 내어놓거나 직접 조성하도록 하는 방식으로 스스로 기반시설을 확보토록 유도함으로써 지자체의 재정부담을 최소화하려는 의도이며 재정적 제약이 많은 현실을 감안한 선택이라 할 수 있다.

둘째, 기반시설 확보를 위한 시간적 규제수단이다. 이는 기반시설 부담을 회피하기 위해 만연하는 분양목적의 쪼개기식 개발을 억제하고자 연접개발의 개발행위규모 산정시, 미준공된 기허가지의 면적까지 합산함으로써 기허가지 기반시설의 조속한 설치를 유도하고 연접 추가개발을 간접적으로 제한하는 방식으로 세종시에서 적용한 기법이다. 쪼개기식 개발의 주요 주체가 실수요자가 아닌 분양을 목적으로 하는 개발사업자임에 착안한 규제이다. 즉, 이들의 개발속도를 늦춰 사업성이 하락하도록 함으로써 개발초기부터 적절한 기반시설을 확보하도록 유도하고자 하였다.

셋째, 성장관리방안의 주요 규제수단의 준수를 유도하고자 제시하는 인센티브 수단이다. 기반시설계획, 건축물 용도제한, 환경관리 및 경관계획 등의 의무 혹은 권장성격의 규제사항을 준수할 경우 건축물 건폐율 또는 용적률 인센티브를 부여하는 방식으로 3개 지자체가 모두 적용하였다. 이러한 인센티브는 개발주체가 사용할 수 있는 건축연면적이나 건축면적을 증가시켜 성장관리방안의 규제사항 준수로 인한 재정적 부담을 완화시켜 주는 효과가 있다.

이 외에도 건축물 용도제한 등 정성적 규제도 존재하나 위 3가지 정책 수단의 경우에는 개발가능면적과 연계될 수 있어 정량적 분석방법을 통해 그 영향력을 검증할 수 있으리라 예상된다.

## 4. 신규주택 입지 관련 이론

본 연구는 비도시지역에 신규주택이 확산되는 요인을 분석하고 이를 바탕으로 주택 등 개발확산을 예측하고자 한다. 이에, 신규주택이 도시 공간의 특정장소에 입지하는 요인을 분석하기에 앞서 신규주택의 입지 관련 이론에 대해 살펴보고자 한다. 연구의 기초적 대상이 주택인 만큼 주택의 개념과 유형에 대해 먼저 알아보고 주거입지에 대한 주요 이론을 살펴본 후, 소비자와 공급자 측면에서 바라본 주택입지이론도 정리하고자 한다.

### 1) 주택의 개념과 유형

주택과 관련된 연구들에서 주택에 대해 다양하게 정의하고 있다. Smith(1971)는 주택이란 일정한 장소에서 인간의 내부적, 개인적 가정생활을 위해 필요한 터전이며 인간 생활을 담은 안식처이며, 사적 거처라는 의미를 넘어서서 입지, 투자 등 여러 측면을 지니고 있다고 정의하였다(이상수, 2014).

주택이 사회적으로 축적된 자원을 가장 효율적으로 이용하는 측면이 있다는 점이 인상적이다. 개인의 차원에서는 자신의 효용을 극대화하고자 자연경관을 독점적으로 누릴 수 있는 위치를 주택입지로서 선호하나, 사회적으로 볼 때에는 기반시설의 공급이 용이하도록 주택개발 입지가 집단화되어 계획적으로 관리되어야 공공의 기반시설 비용과 자연경관의 훼손 등이 최소화되어 사회의 효용성이 극대화될 수 있다. 즉, 개인적인 면과 사회적인 면의 효용성이 충돌하는 과정에서 난개발이 발생하는 측면이 있다고 생각할 수 있다.

이와 같이 주택이란 인간이 생활하는데 있어서 가장 기본적인 삶의 터전이며 생명의 안전과 심신의 건강을 위해서 자연적 피해와 사회적 침해

로부터 인간을 보호해주는 건물로서, 인간의 생명과 심신을 지켜주는 기초 조건이다. 그러나 주택은 이와 같이 그 자체로서 유용성과 효용을 지닌, 즉 사용가치(value in use)만을 가진 재화에 머물지 않는다. 다른 상품과 교환할 수 있는 교환가치(exchange value)도 지닌 재화로서 현대사회에서의 주택은 부의 축적을 위한 소유물이 되어 사회적 신분 및 소득을 표현하는 생활시설이면서 투자재산으로의 가치가 존재하는 다차원적 개념을 가지고 있는 것으로도 정의할 수 있다(조덕훈, 2017; 이상수, 2014).

주택의 유형은 다양한 기준에 따라 구분할 수 있으나 우리나라에서는 주택법과 건축법에 의한 제도적 분류가 가장 널리 사용되고 있다. 주택법에서는 주택을 단독주택, 공동주택, 국민주택, 도시형 생활주택으로 구분하고 있으며 건축법에서는 시행령 별표1에 따라 단독주택을 단독주택, 다중주택, 다가구주택, 공관으로 구분하고 공동주택은 아파트, 연립주택, 다세대주택, 기숙사로 구분하고 있다. 본 연구에서는 비도시지역 내 신규 주택 확산에 대해 다루기 때문에 저밀의 단독주택에 주안점을 두고 있다.



표 11 주택의 구분

법령	구분		내용
주택법	단독주택		-
	공동주택		◦ 건축물의 벽·복도·계단이나 그 밖의 설비 등의 전부 또는 일부를 공동으로 사용하는 각 세대가 하나의 건축물 안에서 각각 독립된 주거생활을 할 수 있는 구조로 된 주택
	국민주택		◦ 국민주택기금으로부터 자금을 지원받아 건설되거나 개량되는 주택으로서 주거의 용도로만 쓰이는 면적(주거전용면적)이 1호 또는 1세대당 85㎡ 이하인 주택
	도시형 생활주택		◦ 300세대 미만의 국민주택규모에 해당하는 주택으로서 대통령령으로 정하는 주택
건축법 시행령 별표 1	단독주택	단독주택	◦ 단독주택의 형태를 갖춘 가정어린이집·공동생활가정·지역아동센터 및 노인복지시설(노인복지주택 제외)을 포함
		다중주택	◦ 학생 또는 직장인 등 여러 사람이 장기간 거주할 수 있는 구조로 되어 있으며, 독립된 주거의 형태를 갖추지 아니한 것(각 실별로 욕실은 설치할 수 있으나, 취사시설은 설치하지 아니한 것), 연면적이 330㎡ 이하이고 층수가 3층 이하인 것
		다가구주택	◦ 주택으로 쓰는 층수(지하층은 제외)가 3개 층 이하일 것. 다만 1층의 바닥면적 2분의 1 이상을 필로티 구조로 하여 주차장으로 사용하고 나머지 부분을 주택 외의 용도로 쓰는 경우에는 해당 층을 주택의 층수에서 제외, 1개 동의 주택으로 쓰는 바닥면적(부설 주차장 면적은 제외)의 합계가 660㎡ 이하이며, 19세대 이하가 거주할 수 있을 것
		공관	-
	공동주택	아파트	◦ 주택으로 쓰는 층수가 5개 층 이상인 주택
		연립주택	◦ 주택으로 쓰는 1개 동의 바닥면적(2개 이상의 동을 지하주차장을 연결하는 경우에는 각각의 동으로 본다) 합계가 660㎡를 초과하고, 층수가 4개 층 이하인 주택
		다세대주택	◦ 주택으로 쓰는 1개 동의 바닥면적 합계가 660㎡ 이하이고, 층수가 4개층 이하인 주택(2개 이상의 동을 지하주차장으로 연결하는 경우에는 각각의 동으로 보며, 지하주차장 면적은 바닥면적에서 제외)
		기숙사	◦ 학교 또는 공장 등의 학생 또는 종업원 등을 위하여 쓰는 것으로서 공동취사 등을 할 수 있는 구조를 갖추되, 독립된 주거의 형태를 갖추지 아니한 것

출처 : 이상수(2014), '수도권 거주자의 가구특성에 따른 주거입지 및 주택유형 선택에 관한 연구', p45~46. 일부 발췌.

## 2) 주거입지 관련 이론

주택의 입지가 결정되는 메커니즘과 관련된 논의는 주거입지 관련 이론들에서 다루어져 왔다. Bassett · Short(1980)는 다양한 분야의 도시 주거입지 관련 연구들을 크게 4가지로 구분하였다. 먼저, 생태학적인 접근인데 Burgess 중심의 시카고학파가 주거지를 대상으로 수행한 공간적 패턴 연구이다. 다음은, 신고전적 접근으로 Alonso가 대표하는 효용 극대화 및 소비자선택 중심의 신고전적 경제학에 기초한 연구이다. 셋째는 베버리안 사회학에서 시도되었던 제도적 접근법으로서 권력의 집산화 및 주택 압박에 대한 관심을 중심으로 Pahl과 Form가 수행한 연구가 눈길을 끈다. 마지막으로, 역사적 유물론에 기초한 마르크스주의적 접근으로 상품으로서의 주택과 노동력의 재생산 등을 다룬 Harvey와 Castells의 연구가 대표적이다(한근수, 2012).

주택이 특정 위치에 입지하는 과정은 주택을 소비하는 주체인 가구가 주택을 선택하는 과정으로 이해할 수도 있다. 가구의 주택선택 행동에 대한 개념적 틀을 제시하는 이론으로 도시경제학자들에 의해 주거이동에 관한 연구에서 시작된 경제학적 선택 이론과 소비자선택행동의 확률성을 모형에 포함시켜 선택행위를 분석하는 확률선택이론이 있다(이상수, 2014).

경제학적 선택이론은 효용극대화라는 소비자행동을 통해 주거이동을 분석하는데, 이는 접근 · 공간 상충모형, 신도시경제학, 생애주기모형, 주택소비 불균형모형의 4가지로 분류할 수 있다(이상수, 2014).

접근 · 공간 상충모형(trade-off model)은 튀넨(Thunen, 1826)의 농경지 지대모형(model of agricultural land rent)의 지불용의지대(bid rent) 이론에 기초를 둔다. 개별가구의 주거입지결정은 주어진 제약조건 하에서 효용을 극대화하고자 통근비용과 주거비용 간의 교환관계(trade-off)에 따라 이루

어지고 결정된다(이중희, 1997). 고전적 교환이론에서는 고소득층은 넓은 주택을 선호하기에 외곽지역에 입지하나 저소득층은 규칙적 통근비용이 부담되어 도심에 분포한 고밀주거지에 거주할 수밖에 없을 것으로 보았다(이상수, 2014).

신도시경제학은 기본적으로 접근·공간교환모형과 동일한 접근방식을 채택하고 있으나 이를 대략 두 가지 방향에서 보완·발전시켰다. 첫째, 저소득층이 도심에 고소득층은 교외에 거주할 것이라는 논리는 그 예측력이 제한되므로 지불용의 지대함수 관련 매개변수를 조정하였고 둘째, 가계 의사결정과정의 현실감을 제고하고자 도심에의 접근성, 공간과의 관계, 여가 및 환경 등을 포함한 많은 요소를 고려하였다. 이를 통해 고소득층이 시간에 높은 가치를 부여함에 따라 고소득층이 오히려 도심에 거주하고 저소득층이 교외에 거주하게 되는 남미의 도시지역 유형을 설명할 수 있다(이상수, 2014).

생애주기모형(life-cycle model)이란 사람의 생애를 혼인, 자녀 출생과 분가, 퇴직 등의 주요 사건을 기준으로 구분 후 각 생애단계별로 주택의 수요와 주거이동 패턴을 설명하는 이론을 말한다(이중희, 1997). 이러한 내용을 바탕으로 한 구미지역의 일반적인 생애주기별 주택수요나 주거이동 패턴을 분석하기도 하였다. 생애주기의 구분, 생애주기상 이동특성 등은 그 사회의 문화와 경제, 사회심리적 속성에 따라 다르게 나타난다(이상수, 2014).

표 12 생애주기의 단계별 주택수요

생애주기	주택수요 / 욕구
1. 출산전 단계	◦ 상대적 저렴한 도심의 아파트
2. 임신단계	◦ 아파트지구에 가까운 단독임대주택
3. 자녀양육단계	◦ 도시근교지역의 신주택 소유
4. 자녀독립단계	◦ 자녀양육단계와 같은 지역 혹은 보다 더 고급 주거지역
5. 자녀출가단계	◦ 이동이 없음(안정단계)
6. 노후생활단계	◦ 양로원, 아파트 혹은 자녀와 동거

출처 : 하성규(2010), '주택정책론', p240., 이상수(2014), '수도권 거주자의 가구특성에 따른 주거입지 및 주택유형 선택에 관한 연구', p57.

주택소비 불균형 모형에서는 가구자체적인 여건 변화나 외부환경 변화에 따른 주택소비 불균형이 발생하는 경우 이러한 불균형을 조정·해소하고자 주택정보나 경제적 능력을 고려하여 주거이동을 한다고 설명한다. 1970년대 후반에 굿맨(Goodman, 1978)은 처음으로 불균형 모형을 제시하였는데 그는 주택소비는 가계의 지출, 가구 규모, 생활 질, 근무지 근접성 등 네 가지 요소로 이루어진 함수로 표현되는데 최적소비상태임에도 불균형소비로 주택소비 이탈이 발생하는 것은 이동에 따른 잠재적인 편익이 존재하기 때문이라 주장하였다(이상수, 2014).

지금까지 살펴본 주택 선택에 관한 경제적 관점의 이론들은 균형이론에 기초를 두고 있지만 실증적으로 분석된 연구들에서는 실제 주택시장에서 주거이동의 한계, 주택 소비자들의 비일관적 행동, 정보의 비대칭성 등으로 불균형 상태가 나타나는 것이 일반적인 것으로 보고 있다. 따라서 균형이론에 기반한 이론들은 실제의 주택시장에서 발생하는 개별적이고 복잡한 확률적 불확실성이나 다양한 상황을 다룰 수가 없기에 이를 보완

하고자 한 새로운 접근이 이루어졌는데 이것이 확률선택모형이다(이상수, 2014).

확률선택모형은 선택하는 상품 양에 초점을 두는 전통적 이론과 달리 다양한 대안 중 무엇을 선택할 것인지에 기초를 두며, 인간의 이러한 의사결정이 효용의 평가에 기반하고 있으며 근본적으로는 확률적인 행동이라는데 근거한다(윤대식, 2001; 이상수, 2014).

확률선택모형에 대한 이론적 근거는 개인의 선호에는 항상 동적인 변화가 존재하며 동일집단의 개인들은 비슷한 경향이 있으나 설명하지 못하는 점들도 존재하기 때문에, 개인의 행동은 그 자체로 확률적인 성격이 있다는 것이다(이상수, 2014).

McFadden(1976)에 의해 이론적으로 개발되어 발전된 확률선택모형(probabilistic choice model)은 어리한 개별 의사 결정주체들의 선택행위 이론에 기초하고 있으며, 경제 및 경영학, 지리학, 사회학, 교통계획, 도시계획 등의 다양한 분야에서 인간의 선택에서의 행태를 설명하기 위해 활용되고 있다(이상수, 2014).

확률선택모형은 모든 의사결정의 주체는 선택이 가능한 모든 대안 가운데에서 가장 바람직하면서도 매력적인 대안을 선택한다는 사실에 기초하고 있다. 각 대안의 바람직함과 매력의 정도는 대안의 특성 함수로 표현될 수 있는데, 이를 효용함수(utility function)라고 한다. 확률선택모형의 기본적 원리는 개별 의사결정의 주체가 선택 가능한 다양한 대안들 가운데에서 효용을 극대화할 수 있는 대안을 선택한다는 가정이다(이상수, 2014).

확률선택모형의 형태는 확률적인 효용  $e_m$ 과  $e_n$ 에 대한 확률분포의 구체적 가정에 따라 결정되며, 대개 확률적 효용의 확률분포 형태를 가정함에 따라 선형확률모형(linear probability model), 프로빗 모형(probit

model), 로짓모형(logit model)의 세 가지가 이용된다(윤성현, 2011; 이상수, 2014).

$$\begin{aligned}
 P_n(i) &= \text{Prob}(U_{in} \geq U_{jn}, \forall j \in C_n) \\
 &= \text{Prob}(V_{in} + e_{in} \geq V_{jn} + e_{jn}, \forall j \in C_n) \\
 &= \text{Prob}(V_{in} - V_{jn} \geq e_{jn} - e_{in}, \forall j \in C_n)
 \end{aligned} \tag{1}$$

단,  $P_n(i)$  = 개인  $n$ 이 대안  $i$ 를 선택하게 될 확률

$C_n$  = 개인  $n$ 이 선택 가능한 대안들의 조합(choice set)

선형확률모형(linear probability model)은 가장 단순한 확률선택모형으로 종속변수가 이항변수이고 한 변수가 다른 변수들의 종속변수로 설정할 수 있으면 이 모형이 사용 가능하다. 여기에서 종속변수는 이론상 0~1 사이 값의 확률인데 선형모형은 추정하는 과정에서 그러한 제한을 가하지 않는다. 따라서 모형 추정결과 예측되는 확률이 0~1의 범위 밖에 설정될 수도 있는 구조적 결함이 있다. 이러한 단점으로 인해 계산이 편리함에도 널리 활용되지 못하고 있다(이재열, 2005; 이상수, 2014).

프로빗모형(probit model)은 오차항의 확률분포가 동일하고 공분산이 0인 정규분포를 가정한다. 이에 프로빗모형은 다양한 누적확률함수 중 누적정규 확률함수를 근거로 한다. 프로빗모형은 비선형이므로 전통적 OLS로 추정할 경우 유효한 계수의 값을 구할 수 없어 최우추정법으로 계수를 추정한다. 최우추정법에 의한 추정 값들은 소규모 표본에는 불편성, 유효성, 정규성을 가지지 못하나 대규모 표본에는 근사적으로 불편성, 유효성, 정규성을 갖는다. 하지만 프로빗모형은 정규밀도함수의 적분계산에 따른 계산상의 어려움이 있다(윤지선, 2002; 이상수, 2014).

로짓모형(logit model)은 프로빗모형이 지닌 약점인 계산상 어려움을 보완하고자 개발되었다. 확률적인 효용  $e_m$ 과  $e_n$ 의 확률분포가 동일하고 독립적 와이블(Weibull) 분포를 나타내면서 독립적이고 동일하게 분포된다고 가정한다. 확률적 효용과 관련된 가정을 위해 와이블 분포가 애용되는 이유는 와이블 분포가 이론적으로 설득력이 매우 높은 확률분포인 정규분포와 유사한 형태의 확률밀도함수(probability density function)를 나타내면서, 계산까지 편리하다는 장점까지 있기 때문이다. 와이블(Weibull) 분포는 종종 type-1-extreme-value 분포 또는 Gumble 분포라고 불리기도 한다(윤성현, 2011; 이상수, 2014).

본 연구에서는 실증분석에서는 로짓모형(logit model)을 적용하여 비도시지역 내 신규주택 입지 요인을 분석하고자 한다.

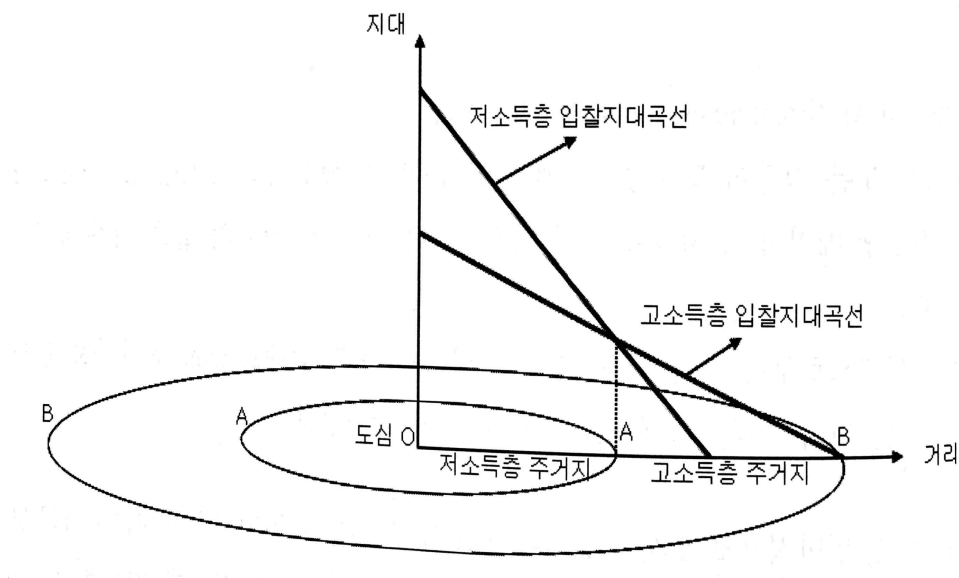
### 3) 주택소비자와 공급자 관점에서 본 주택의 입지

공간상에 자리 잡은 주택은 소비자로서의 개인과 생산자로서의 기업의 합작품이다. 개인과 기업이 각각 최선의 경제활동을 하여 도시공간상에 주택들이 자리잡는다. 먼저, 주택소비자의 관점에서 주택 입지는 교환모형과 행태모형을 통해 설명할 수 있다(조덕훈, 2017).

교환모형은 주택소비자가 주거지(住居地)를 선정할 때, 다양한 요인들 중 단 2가지의 요인에 중요성을 두어 선정한다고 거시적인 측면에서 단순화하여 설명한 모형이다. 이 2가지 요인은 교통비용과 임대료인데, 교통비용과 임대료 간 상호교환(trade off)을 한다는 것이다. 주택소비자는 이 두 가지 요인의 상호교환 작용을 통해 거주할 주택의 최적 입지를 선택한다고 가정한다(조덕훈, 2017).

이 교환모형은 허드(Hurd, 1903)와 헤이그(Haig, 1926)에 의해 처음 제기되었으며 케인(Kain, 1962), 알론소(Alonso, 1964), 무쓰(Muth, 1969), 밀스(Mills, 1972) 등에 의해 정교화되었다. 이 교환모형에서는 도시가 평탄한

대지(featureless plain)에 입지하면서 모든 직장이 도시중심부에 모인 단핵구조(monocentric city)라고 가정한다. 시장에 대한 완전한 지식, 선택의 자유와 같은 경제개념 등 시장경쟁 원리가 완벽하게 작동되며 교통비용은 도심으로부터의 거리에 비례하고 임대료(rent, 토지사용 대가)는 거리에 반비례한다고 가정한다(조덕훈, 2017).



**그림 2 소득계층에 따른 주거지의 자리선택 모습**

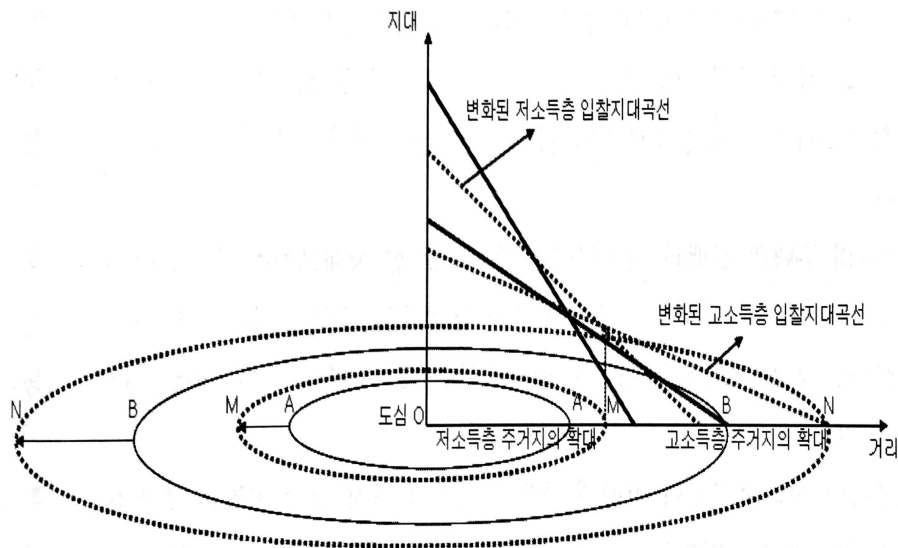
출처 : 조덕훈(2017), '부동산입지론', p118

이러한 가설 하에서 저소득계층은 직장이 입지한 도시중심부 인근의 주택을 더 선호하여 교통비용의 지출을 최소화하려 하며 임대료 지출을 줄이고자 고밀도로 주거하려 한다고 설명한다. 이에 반해, 고소득층 소비자들은 저밀도 주택지역을 선호하는 것으로 알려져 있으며 고소득층 소비자일수록 교통비용을 기꺼이 부담하면서도 공기 좋고 주차장도 넓은 도시외곽에 주택을 자리잡고자 한다고 주장한다(조덕훈, 2017).

기술이 진보되어 교통·운송편리성이 증대되고 교통운송비용이 절감 되면 입찰지대곡선 기울기가 당초보다 완만해지게 되는데 이를 통해 도시



공간이 외연적으로 확대되는 교외화(suburbanization) 현상의 발생을 설명할 수 있게 된다(조덕훈, 2017).



**그림 3 교통비의 감소 등에 의한 소득계층별 주거지의 자리선택 모습 변화**

출처 : 조덕훈(2017), '부동산입지론', p119

교환모형은 복잡한 현실을 지나치게 단순화했다는 단점이 있으나 거시적인 이론적 틀 내에서 도시 공간구조와 소비자의 주택 입지 선택 과정을 설명하는데 유용한 논리적 토대로 제공했다는 장점이 있다(조덕훈, 2017).

행태모형은 거시적 맥락에서 접근된 교환모형 등을 비판하고 미시적 맥락에서 소비자의 주택 입지 선택 과정을 설명하려 한 모형이다. 이 모형은 도시에서 소비자들이 주택을 선택하여 이주하기까지의 의사결정과정에서 초점을 두고 있다. 이 행태모형이 교환모형 등과 같은 이전의 모형들과의 가장 크게 다른 점은 주택소비자에 대한 인식이다. 행태모형에서는 주택소비자를 합리적 경제인으로 간주하지 않는다. 바레트(Barrett, 1976)는 많은 사례 분석을 통해 주택소비자 대부분이 거주지를 옮길 때에 극히 제한된

몇 지역에서 소수의 주택들만을 탐색한 후 거주할 주택을 결정한다는 것을 확인하였다(대한국토·도시계획학회, 1996; 조덕훈, 2017).

브라운과 무어(Brown and Moore, 1971)는 울버트(Wolpert, 1965)의 장소효용도 가설을 기초로 도시 내 이주결정 모형(intra-urban migration framework)을 제시하였다. 장소효용도란 “공간 내 특정 장소에 한 개인이 갖는 총체적 효용도” 혹은 “한 개인이 자신의 요구조건을 기준으로 특정 장소를 대안적 후보지와 비교·평가시 느끼게 되는 상대적 매력도”를 의미한다. 도시 내 이주결정 모형은 주택소비자의 주거지의 이동에 관한 의사결정과정을 이사 여부 결정과 이사 결행의 두 단계로 구분하여 설명한 모형이다. 미국의 경험적 연구에 따르면, 이웃의 근린성, 접근성, 주택의 질, 주택의 내·외부 등이 주택구입 결정에 주요 관건으로 나타났다(조덕훈, 2017).

**표 13 주택소비자의 주거지 이동에 대한 행태론적 의사결정과정**

구 분		내 용
1단계	주거지의 이사여부에 대한 결정단계	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ (내부적 불만족) 주택규모나 방의 수, 주택양식 등 주택 자체 문제</li> <li>◦ (외부적 불만족) 이웃, 근린편익시설, 소음, 입지 등 주변 환경 문제</li> </ul>
2단계	새로 거주할 주택을 탐색하고 실제로 이사를 결행하는 단계	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 매입가능한 주택을 탐색</li> <li>◦ 공간탐색의 지역 범위를 한정시키는 경향               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 인지공간 중에서 선호공간 선택</li> </ul> </li> <li>◦ 탐색과정이 끝나면 3가지 유형의 의사결정               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 이사결행, 재탐색, 포기</li> </ul> </li> </ul>

출처 : 조덕훈(2017), ‘부동산입지론’, p121. 일부 수정

주택공급자에 의해서도 주택이 자리잡게 된다. 주택공급자는 여러 요인들을 고려해 소비자가 선호하는 입지에 주택을 생산·공급한다. 또한 주택공급자는 도시공간 내 수많은 주택 입지 중에서 이윤이 가장 많이 남는

입지를 우선 선택하여 주택을 생산·공급하게 된다. 이에, 주택공급자는 주택공급시 타당성 분석(feasibility study)을 하게 되는데 타당성 분석이란 해당주택사업이 충분한 이윤을 창출할 만큼 성공적 수행이 가능한지 여러 가지 요인들을 고려하여 분석하는 것이다. 타당성 분석은 크게 시장 분석과 경제성 분석으로 나눌 수 있다(조덕훈, 2017).

시장 분석은 거시적 분석으로서 주어진 부지를 어떤 용도로 이용할 것인지 혹은 특정 용도에 어떤 부지가 적합한지를 분석하는 것이다. 구체적으로는 첫째, 지역 및 도시분석 차원에서 해당 도시의 전반적인 경제 활동 상황을 살펴보고 둘째, 근린분석 차원에서 개발대상 부지를 중심으로 인접지역의 동태적 변화를 살펴보고 셋째, 부지분석 차원에서 공급할 대상지 자체를 분석하며 넷째, 수요분석 차원에서 특정 주택 개발사업의 유효수요를 살펴보고 마지막으로 공급분석 차원에서 기공급된 주택량과 향후 공급될 주택량을 살펴보는 것이다(조덕훈, 2017).

**표 14 주택의 생산 및 공급시 시장분석에서 고려하는 범주별 요인들**

구 분	내 용
지역 및 도시분석	◦ 지역 및 도시의 경제활동 / 인구 및 소득수준 / 지역 및 도시의 성장과 개발유형 / 교통망 / 경제기반분석
근린분석	◦ 근린지역의 경제활동 / 근린지역에서 개발사업의 현재(미래)의 경쟁력 / 인구적 특성 / 교통의 흐름
부지분석	◦ 용도지역제와 건축규제 / 전기·가스·상하수도 등 편의시설 / 부지의 크기와 모양 / 지형적 조건 / 접근성
수요분석	◦ 경쟁 / 인구 / 추세분석
공급분석	◦ 건설착공량 및 건축허가량 / 공실률 및 임대료 수준 / 도시시설의 공급 / 건설비용 및 금융상태 / 도시계획

출처 : Charles H. Wurtzebach and Mike E. Miles(1994), 'Modern Real Estates, 5th ed.', p682~683, New York : John Wiley & Sons, 조덕훈(2017), '부동산입지론', p137. 일부 수정

경제성 분석은 미시적 분석으로서 주택공급의 경제적 타당성을 살펴 보고자 시장 분석시 수집된 자료를 이용해 구체적 수익성을 평가하는 것을 말한다. 시장 분석이 공급 예정 주택의 판매 가능성을 평가하는 것이라면, 경제성 분석은 보다 구체적으로 매출 및 투입에 따른 창출이윤을 사전에 산정해보는 것이다. 경제성 분석에서는 총수입요인, 투입비용요인, 세전 (before tax) 순수익요인 등을 고려한다(조덕훈, 2017).

**표 15 주택의 생산 및 공급시 경제성 분석에서 고려하는 범주별 요인들**

범 주	고 려 요 인
총수입	◦ 분양 판매주택인 경우 분양수입 / 임대주택인 경우 임대료 수입
투입비용	◦ 토지비 / 공사비 / 기타 부대비용(금융비용, 정부에 내는 각종 부담금, 관리비 등)
세전 순수익	◦ 총수입에서 투입비용을 빼고 남은 금액 ※ 세전순수익에서 세금을 뺀 금액을 세후순수익이라 함

출처 : 조덕훈(2017), '부동산입지론', p139. 일부 수정

#### 4) 주택 입지 결정요인

주거지의 선택, 결정, 이동은 한 개인 혹은 가구의 행동에서 일어나는 여러 생각을 통해 이루어지는 생활환경의 다양한 함수로 나타낼 수 있는데 그만큼 주거입지에 영향을 미치는 요인들이 매우 많음을 의미한다. 주거입지를 결정할 때 중요시되는 요소들을 크게 구분해 보면 경제적 요인, 중력적 요인, 정책적 요인, 쾌적성 요인으로 나눌 수 있으며 이는 앞에서 언급한 주거입지 관련 이론과도 연결될 수 있다(한근수, 2012).

경제적 요인은 크게 토지가격과 소득의 측면에서 접근할 수 있다. 토지가격의 측면에서 주거입지요인은 앞에서 언급한 바와 같이, 신고전 경제학에 기초한 접근성-공간과의 교환모형(Access-space Trade-off Model)

으로 설명될 수 있다. 즉, 가구는 주어져 있는 제약조건에서 효용을 극대화하고자 통근비용과 주거비용의 상대적인 중요성을 감안해 주거입지를 결정하게 된다는 것이다. 이흥기(1982)는 경제적 요인으로서 가구의 소득 수준 즉, 가구의 예산한계가 입지 가능한 지대를 결정하고 비경제적 요인으로서 직장과의 거리, 공공시설 접근도, 자녀교육환경의 질, 자산 증식정도, 근린생활의 질에 의해 주거입지가 정해짐을 밝혔다(한근수, 2012).

중력적 요인은 거리와 인구규모에 대한 것으로서, 주거입지의 요인들을 살펴볼 때 거리요인은 현재의 거주지와 새로운 주거지간 거리 혹은 현재의 직장위치와 새롭게 이주할 주거지와와의 거리 간 관계에 의해 결정될 수 있다는 내용이다. 전통적 주거입지 잠재력 모형에서 고용접근성에 따라 주거지 입지잠재력이 평가되었던 것과 동일한 의미로 이해할 수 있을 것이다. 인구규모가 주거이동에 영향을 주기도 한다. 대도시일수록 인구의 유출과 유입이 많은 경향을 보인다(한근수, 2012).

정책적 요인으로는 조세부담, 행정서비스, 교육기회, 주택건설 및 기타 인구 이동에 영향을 미치는 지역정책 등이 있다. Tiebout(1956)는 공공지방재 혜택과 세금부과액의 지역 간 격차에 따른 이주 즉, 조세부담이 적고 정부로부터 혜택을 많이 받을 수 있는 지역으로 이주하게 된다는 것을 입증하였다. 유경문(1990)의 연구에 따르면 우리나라는 지방세 부담률이나 정부의 총 세출 규모가 도시 간 주거이동에는 영향을 주지 못하는 것으로 나타났다. 반면 공공재의 혜택을 의미하는 행정서비스의 차이는 주거이동에 영향을 주는 것으로 나타났다. 교육기회도 주거입지결정에 많은 영향력을 미치는 주거입지요인으로 나타났다(한근수, 2012).

쾌적성 요인과 관련하여 주거환경 쾌적성이 주거입지 결정에 중요한 요인임을 밝히는 연구 결과들이 속속 발표되고 있다. 이는 경제적 소득의 증가로 삶의 질 욕구도 높아져 쾌적한 주거환경을 보유한 지역으로 이사하려는 움직임이 점차 높아지는 경향과 일치한다. 김현민(1991)은 쾌적성

변수로 사회적인 환경, 기반시설과 서비스, 자연환경, 보건과 안전성, 도시성장에 따른 외부불경제성을 선정해 도시유입인구와 지가에 대한 회귀분석으로 추정하였다. 분석 결과, 쾌적성 요인의 제고가 인구유입의 직접적 동기는 아니며 토지가격에 이들 요인이 충분히 반영돼 있지 못함을 밝혔다. 이외희(2000)는 쾌적성 변수로 문화교육도, 건강도, 편리도를 선정해 분석했으나 순 인구이동에 이들 요소가 강한 영향력은 미치지 못한다는 사실을 확인했다. 유경문(1990)은 쾌적성 변수가 도시 간 교육 기회와 더불어 중요한 주거이동의 결정요인이라고 분석하였고 최홍석(1998)은 생활 여건지수가 대도시에서 중소도시로의 주거이동에 있어 유의한 영향을 미치는 것을 분석을 통해 확인하였다(한근수, 2012).

본 연구에서는 주택 입지와 관련된 위와 같은 요인들을 고려하여 자연환경요인, 인문환경요인, 제도적 요인, 정책적 요인으로 나누어 분석하고자 한다.

## 제2절 연구 방법론

### 1. 이항로짓모형

로짓회귀모형은 McFadden(1973)에 의해 개발되어, 도시성장모형 구축시에 CA(Cellular Automata)모형과 함께 매우 보편적으로 사용된다. 이 모형은 공간적 변화과정과 토지이용전환의 결과를 파악하고 이 과정에서 토지의 개발에 미치는 요인의 영향력 정도를 밝혀내는데 효과적이다(Irwin · Geoghegan, 2001; Hu · Lo, 2007 등; 여창환, 2009).

로짓모형은 정규성, 선형성, 등분산성의 가정을 필요로 하지 않으며, 연속형, 범주형 등 모든 형태의 변수를 포함 가능하다는 점이 일반 회귀모형과 차별된다. 또한 종속변수 값 중 관심 범주가 나타날 확률과 독립변수들과의 관계가 로그함수 관계를 지니는 비선형적인 회귀모형(non-linear regression model)이다. 예측 값은 0과 1사이의 확률로 표현된다. 예를 들어, 어떤 사람이 해당 범주에 속할 것인지에 대한 확률 혹은 임의의 필지가 개발될지에 대한 확률을 예측하는 회귀모형이라 할 수 있다(김성훈, 2003; 여지은, 2001; 성웅현, 2002; 홍승국 외, 2016).

로짓모형은 도시경제학의 효용이론(random utility theory)과 이산형 선택이론(discrete choice theory)에 기초한다. 즉 소비자의 혜택, 경쟁지대, 지가, 개발업자 이윤 등으로 측정이 가능한 임의의 토지의 효용수준은 토지이용 선택과 토지이용결정주체의 특성 등 속성의 함수이다. 어떤 토지의 효용함수는 토지이용을 정하는 속성들의 선형결합(a linear combination)으로서 다음과 같이 정의할 수 있다(김재익 외, 2007; 여창환, 2009).

$$u = \alpha + \sum_{j=1}^k \beta_j X_{ij} \quad (2)$$

여기에서  $\alpha$ 는 상수이며  $\beta_j$ 는 계수이며  $X_{ij}$ 는 속성변수이다. 이 함수에 근거해 토지소유자 혹은 개발업자는 효용을 극대화하고자 토지의 용도를 결정한다. 다음 식은 토지의 용도가 전환될 확률이다(여창환, 2009).

$$P_i = \frac{e^u}{(1+e^u)} \quad (3)$$

여기에서  $P_i$ 는 미개발된  $i$ 번째의 토지가 도시적 용도로 전환하게 될 확률이며 그 값의 범위는  $0 \leq P_i \leq 1$ 이다. 또  $u$ 는 효용함수이며 주로 선형회귀식으로 표현된다. 이러한 선형회귀식을 기초로 다음의 로짓함수를 유도한다(여창환, 2009).

$$\ln\left[\frac{P_i}{(1-P_i)}\right] = \alpha + \sum_{j=1}^k \beta_j X_{ij} \quad (4)$$

선형회귀식의 좌항은 도시적 용도로 전환될 확률( $P_i$ )을 비도시적 용도로 남게 될 확률( $1-P_i$ )로 나눈 값의 자연지수로 표현된다. 이 과정에서는 주로 최대우도법(maximum likelihood method)으로 계수를 추정하게 된다(여창환, 2009).

로짓모형에서 계수를 결정하는 방식 중 하나인 최대우도추정법은 우도비검정(likelihood ratio test)을 통해 로짓모형이 자료에 대해 얼마나 설명력을 가지는지 검정한다(최대식, 2003).

$$\Lambda = -2\ln\frac{L_0}{L} = -2\ln L_0 + 2\ln L \quad (5)$$

여기서  $L$ 은 독립변수들의 정보를 모두 이용하였을 경우의 우도를,  $L_0$ 는 독립변수들이 종속변수의 변동에 영향을 전혀 미치지 못한다고 가정하였을 경우의 우도를 의미한다. 그러므로 모형에 포함된 독립변수들이 중요한



변수가 아니라면 우도비  $\frac{L_0}{L}$ 는  $L_0$ 와  $L$ 이 거의 같아지기 때문에 우도비의 대수함수로 표현되는 검정통계량  $\Lambda$ 는 0에 가까운 값을 지니며, 중요한 독립변수가 모형에 포함되었을 때에는  $\Lambda$ 이 커지게 된다(최대식, 2003).

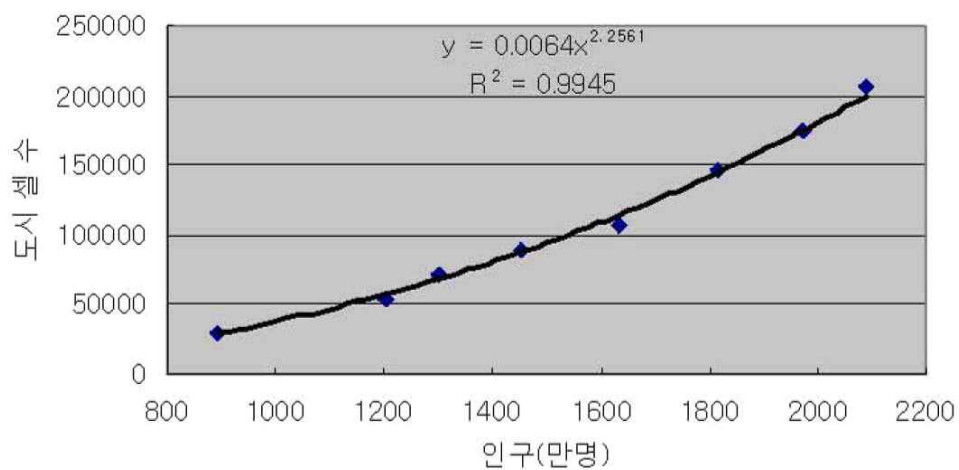
최대식(2003)과 같이, 이 연구에서도 개발된 셀들이 미개발로 전환되는 경우를 고려하지 않았다. 상식적으로 도시적으로 이용되고 있는 곳이 사라질 가능성은 거의 없기 때문이다. 따라서 로짓분석에서 이용될 자료의 대상은 기준 시점의 미개발 필지들이다.

## 2. 상대성장모형

도시성장은 도시인구와 밀접한 관계가 있기 때문에 본 연구에서 도시의 추계인구가 도시성장 예측시 외부변수로 작용하도록 설계하였다. 인구와 도시 영역 사이의 관계를 모형화한 상대성장(relative growth 또는 allometry) 이론에 따르면 양자의 관계를 다음과 같이 정의할 수 있다(정재준, 2004).

$$\text{도시면적} = a \times (\text{도시인구})^b \quad (6)$$

기존의 도시면적과 도시인구에 대한 분석을 행한 상대성장 연구(Veregin · Tobler, 1998; Batty · Longley, 1994)에 따르면, b가 지역에 따라 0.7~1.0 정도의 값을 나타낸다(정재준, 2004).



출처 : 정재준(2002), '도시성장 분석 및 예측을 위한 셀룰라 오토마타 모델 개발', p33.

그림 4 인구와 도시면적의 상관관계

도시면적과 도시인구의 자료값이 충분히 많을 경우에는 회귀모형 분석을 통해 a, b 값을 추정할 수 있으나 세종시의 경우 출범한지 5년에 불과하며 읍면지역의 경우 인구가 정체되어 있어 회귀모형을 적용하기에는 한계가 있다. 이에, 2012년과 2017년 2개 연도의 인구와 개발면적현황을 토대로 a, b 값을 산출하였다. 개발 입지 총면적과 주택개발 입지 총면적은 세종시 연속지적도(2017.12.2.)를 기준으로 개발된 필지의 shp파일 도형 면적의 합계로 산정하였는데 개별 필지에 건축허가가 이루어졌거나 수치 지형도상 건축물도형과 공간적으로 중첩된 필지는 개발된 필지로 간주하였다.

### 3. 셀룰라 오토마타

#### 1) 복잡계와 CA의 도입 배경

최근의 도시 모델링에 대한 이론적 토대는 현대 체계 과학의 연구 성과라 할 수 있는 복잡성 이론에서 찾을 수 있다. 세상의 '질서'가 어떻게 생성, 유지, 변화되고 어떤 방법으로 탐색될 수 있는지에 대한 논의로서 시각의 전환을 담고 있다. 복잡성 과학은 시스템을 복잡한 계로 다루며 복잡계를 “무수한 구성요소로 이뤄진 한 덩어리의 집단으로서 각각의 요소가 다른 요소와 끊임없이 상호적인 작용을 함으로써 전체적으로 각 부분 움직임의 총화 이상으로 어떠한 독자적 행동을 보이는 것”(주명갑 역, 1997)으로 이해할 수 있다. 이런 논의는 완전히 새롭다고 할 수는 없으나 뉴턴 이후 주류 근대 과학의 입장에서는 큰 시각의 전환이라고 할 수 있다. 전통적 근대 과학의 특징은 환원주의(reductionism)로서 복잡한 현상을 소수의 단순 프로세스로 환원 후, 각각의 프로세스에 간단한 이론을 적용하고 이런 요소 프로세스들을 결합해 전체의 현상을 이해하고자 한다(Kaneko · Tsuda, 2000). 그러나 복잡성 과학은 환원주의에 대해 의문을 제기하는데, 환원주의 덕택으로 우리는 자연 현상의 구성 성분을 거의 모두 밝혀내게 되었지만 자연을 전체로서 이해할 수 있게 되었다고는 말하기 어렵다고 주장한다. 이는 자연 현상에서 분해된 요소를 조립하는 방법은 매우 많기 때문이다(Barabasi, 2002; 조대현, 2007).

복잡계는 상호작용으로 자기조직화(self-organization)하여 전체 수준에서 요소의 단순 합으로는 예상치 못한 새로운 질서가 발현(emergence)되는 시스템으로, 안정적 평형보다는 주어진 질서가 평형에서는 멀리 떨어진 새로운 구조로 상전이(phase transition) 되는 체계이다. 복잡성 관련 논의가 지리학계에 본격 도입된 것은 1980년대 이후이나 도시 연구에서 복잡성에 대해 비교적 명확한 인식이 반영되기 시작한 것은 1961년의 Jacobs의 연구가

시초로 알려져 있다. Jacobs는 무질서가 보다 심층적 질서에 대한 증후라 주장하며, 도시는 조직화되는 복잡성으로 이해되어야 한다고 하였다. 그녀는 도시 체계에 대한 이해를 위해서는 미시적, 구체적 시각이 필요하다는 점은 생물계를 이해하는 접근과 유사하다는 주장을 하였다(Batty · Xie, 1994). 이 연구에 이어 1980년대 이후에 복잡계의 개념과 논리로 도시를 이해하려는 연구들이 비교적 활발히 진행되었다. 1990년대 이후는 CA를 직접 사용해 도시의 진화를 모델링하고자 하는 연구가 많아졌다. White · Engelen(1993)이 도시 토지이용에 대한 공간적 구조 변화를 다룬 CA 모형을 개발해 미국 도시들의 프랙탈(fractal) 차원을 보여 준 사례가 대표적이다(조대현, 2007).

이상의 논의들은 수많은 행위 주체들이 상호작용하여 사회적, 공간적 질서가 생성·변화해 가는 복잡계로서 도시를 논의한 것들이다. 특히 공간의 조직화나 구조화에 대한 논의로서 도시 내 토지이용분화, 거주지 분리, 도시 체계 형성, 공간적 군집 형성 등이 주목을 받았다(Krugman, 1996; Nijkamp · Reggiani, 1998; Portugali, 2000; Batty, 2005; 조대현, 2007).

CA는 통상적으로 2차원의 그리드(grid) 상에서 인접한 셀 간의 국지적 상호작용으로 전역적 차원의 질서 혹은 패턴이 생성되고 유지, 변화되는 과정을 확인할 수 있는 방법론으로서, 1940~1950년대 컴퓨터 과학, 수학 분야를 중심으로 시작해 생물학, 화학, 물리학, 수학, 인지과학, 인공지능 및 인공생명 등의 분야에서 발전해 나가고 있다. CA에 관한 연구는 1948년 한 컨퍼런스에서 오토마타 이론(theory of automata)의 개념을 소개한 John von Neumann으로부터 시작되었다고 알려져 있다(Delorme, 1999; 조대현, 2007).

오토마타는 사전적으로 외부로부터의 제어가 없이 스스로 작동하는 ‘기계’를 의미하며 통상적으로는 스스로 자신의 상태를 변화시켜 나가는

자동 장치로 이해할 수 있다. Neumann은 생명 현상을, 정보를 처리하는 과정으로 바라보면서 자기 재생산(self-reproducing)과 같이 생명과 유사하게 동작하는 기계를 생각해 내었다(주명갑 역, 1997). 이때 격자형태의 그리드를 셀(cell)로 간주한다면 이 기계는 시간이 흘러감에 따라 셀이 스스로 자기 자신의 상태를 변화시켜 나가는 오토마타, 즉 CA로 이해할 수 있다. 이에 CA(cellular automata)에서 “cellular”는 Ulman으로부터, “automata”는 Neumann으로부터 시작되었다고 볼 수 있겠다(Rucker, 1999; Torrens, 2000에서 재인용; 조대현, 2007).

CA가 도시 모델링에 적절하게 활용될 수 있음을 인식하여 지리학에서 적극적으로 논의되기 시작한 것은 비교적 최근의 일이다. Tobler의 선구적 연구(1979)를 시작으로 1980년대를 거치면서 CA는 전통 도시 모델의 대안으로 인식되어 활발하게 논의되었는데, 이는 CA가 전통적인 모델의 한계를 상당히 극복하였기 때문으로 보인다(조대현, 2007).

CA는 동적 프로세스에 초점을 두는 방법론이다. 우리가 개별 혹은 여러 도시들을 하나의 체계로 바라볼 경우에는 요소 간의 상호작용이나 한 요소의 변화가 다른 요소 혹은 전체 시스템에 미치는 영향에 관심을 갖게 된다. CA는 개별 구성 요소들이 상호작용하여 전역적 패턴이나 구조가 발현, 변화되어 가는 과정에 중점을 두기 때문에 체계로서 도시가 변화되어 가는 과정을 이해할 수 있는 적절한 수단이 될 수 있다(조대현, 2007).

전통적인 모델이 일반화를 위한 전역적인 프로세스에 초점을 두고 있는 반면, CA는 미시적이고 개별적 수준에 초점을 둔다. 2차원 격자의 CA는 개별 셀을 기본 구성 요소로 하며 이러한 개별 셀은 다양한 도시 구성 주체들을 재현할 수 있는 기초단위가 된다. 즉, CA는 집단의 평균적, 전체적 행위보다는 다양하게 변화하는 개별 단위들의 행위를 우선 고려한다는 것이다. CA의 초점은 국지적 상호작용에 있다. 오늘날 우리 사회는 분산화(decentralization)가 이루어지면서 중앙집권적 통제의 힘이 약해

지고 지역적, 국지적 요인들이 도시 변화를 주도하게 될 가능성이 높다. 이에 개별 셀들 간의 국지적 상호작용이 시스템의 진화를 일으키는 병렬적 처리의 접근(Torrens, 2000)법이라 할 수 있는 CA는 현대도시에 보다 적절하게 설명할 수 있는 맥락을 제공한다. 또한 이러한 국지적 상호작용을 강조하는 경향은 최근 계량지리학 혹은 공간통계학 분야의 주요 흐름이기도 하기에 학문 간 상호 연계에 대한 가능성도 있다. 이처럼 과정을 중시하는 CA는 본질적으로 동적인 특성을 가지게 되어 장기적인 도시의 변화나 진화의 과정을 이해하는데 적합하다(조대현, 2007).

마지막으로 CA는 시뮬레이션의 특성이 있다. 시뮬레이션은 경험적 이슈에 적용될 수 있으며 가상 상황의 실험에도 활용될 수 있다. 경험적 이슈에 적용될 경우에는 기존의 도시 이론에 따른 전이 규칙을 통해 그 이론을 평가해 볼 수 있으며, 가상 상황에 적용될 경우에는 다양한 방식의 '실험'이 가능하여 새로운 통찰과 이론의 발전에 기여할 수 있다. 특히 CA는 계획 분야에 상당히 유용한데, 이상적 개발이 이루어지기 위한 간단한 원리들이 어떠한 효과를 일으키는지를 평가하는 좋은 수단이 된다(Batty, 1997; 조대현, 2007).

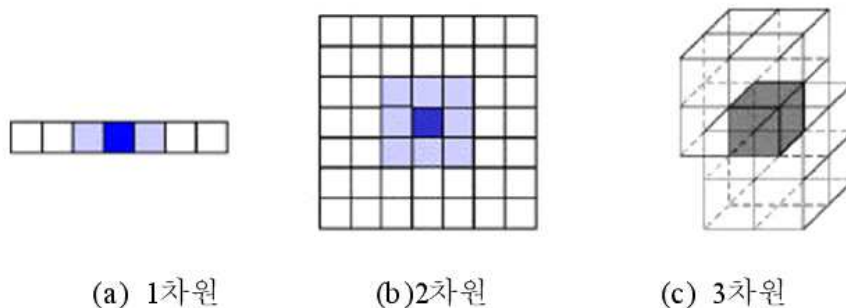
## 2) CA의 개념 및 특징

CA(Cellular Automata)는 이산적인(discrete) 시간 및 공간에 기초한 비선형(non-linear)적, 수학적, 동적 시스템이며, 어떤 시점(time)에서 어떤 셀(cell) 상태(state)가 인접한 네이버후드(neighborhood) 상태에 영향을 받아 변화하며, 전이규칙(transition rule)에 의해 새로운 시점의 상태로 변화되는 연산을 반복하는 원리로 현상을 모델링한다(S. H. Park, 1996; 정재준, 2001; 윤정미, 2002). CA는 공간을 다루면서도 간단한 규칙으로도 복잡한(complex) 형태를 만들어내기에 복잡한 동적 도시 현상들을 시뮬레이션하기에 유용하다(R. White · G. Engelen, 1993; 윤정미, 2002).

CA모형은 셀공간(cellular space), 상태(states), 네이버후드(neighborhood), 전이규칙(transition rule), 시간(time)으로 구성되며 2차원 그리드 셀이 기본이다(윤정미, 2002).

셀공간(cellular space)이란 CA의 기초단위인 동일 크기 셀(cell)로 구성되는 물리적 공간으로 시뮬레이션이 일어나는 기본공간이다. 삼각형, 사각형 등의 형태를 활용할 수 있으나 사각형 셀의 격자공간은 데이터베이스 구축에 편리하고 컴퓨터를 통한 구현에 용이해 CA 시뮬레이션에 널리 이용된다.

CA에서의 셀은 n차원으로 정의 가능하며, 공간현상을 모델링하는데에는 2차원 셀이 가장 일반적이다. 3차원 객체(object)를 표현하기 위한 VRML(Virtual Reality Modelling Language)과 3차원 공간 데이터 처리 방법을 다룬 연구도 있다(정재준, 2001; 윤정미, 2002).



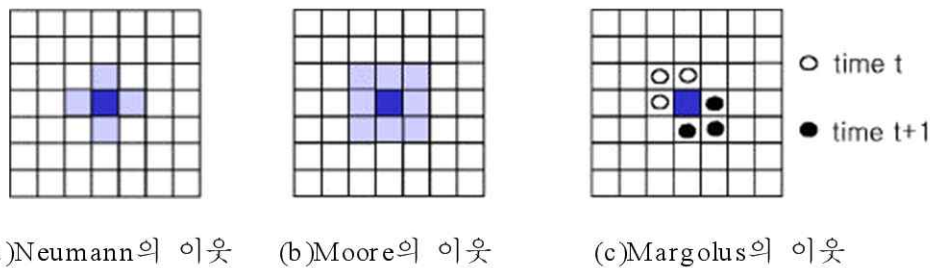
출처 : 정재준(2001), '수도권의 도시성장 분석 및 예측을 위한 셀룰라 오토마타 모델링', p.11.

**그림 5 1, 2, 3차원 CA의 셀공간**

상태(states)는 임의의 셀이 가지는 셀의 상태 즉, 셀의 값으로서 셀의 변화를 설명한다. 각 셀은 하나의 상태를 가지며 변화규칙을 적용한 이후에는 상태가 변화될 수 있다(L. Xia · G. Y. Anthony, 2000; 윤정미, 2002).



네이버후드(neighborhood)는 중심 셀(cell) 주위를 둘러싼 주위 셀을 말하며 일반적으로 2차원 공간의 CA에서의 네이버후드는 Neumann과 Moore의 네이버후드로, 주변 4개의 셀 혹은 주변 8개의 셀을 의미한다(M. Batty, 1997). 가스 확산 등을 연구하는 CA에서는 시간에 따라 네이버후드의 정의도 변하는 Margolus의 네이버후드 등을 적용하기도 한다(정재준, 2001). 반경 6셀 이내를 이웃으로 적용한 연구와 인접( $\Omega_1$ ), 영역( $\Omega_2$ ), 적용대상 전체지역( $\Omega_3$ )을 이웃으로 보는 모델 등 다양한 시도들도 있다(M. Batty · Y. Xie, 1994; 윤정미, 2002).



출처 : 정재준(2001), '수도권의 도시성장 분석 및 예측을 위한 셀룰라 오토마타 모델링', p.12.

**그림 6 Neumann, Moore, Margolus의 네이버후드**

전이규칙(transition rule)은 CA의 가장 핵심적인 요소로서 인근 셀의 상태에 따라 해당 셀이 어떻게 변화되는지를 정의하는 일련의 규칙이다. 개개의 모든 셀공간에 동일 적용되는 규칙으로서 이 전이규칙에 따라 각각의 셀은 새 상태로 변화되며, 이러한 상태는 다음 단계의 초기상태가 되어 반복적 연산이 이루어진다(박수홍, 1997; 윤정미, 2002). CA의 시간(time)은 이산적 변수이다. 즉, 시간  $t$ 에서의 셀 상태, 네이버후드 상태, 변화규칙이 적용됨으로써 시간  $t+1$ 의 셀 상태가 만들어진다(정재준, 2001 등; 윤정미, 2002).

일반적 CA의 기본구조는 다음 식과 같은 기호로 나타낼 수 있다(M. Takeyama, 1997, 윤정미; 2002).

$$(X, S, N, f) \quad (7)$$

X : CA가 이루어지는 N차원 공간(cellular space)

S : 각 셀의 상태(state)

N : 임의의 셀을 둘러싸고 있는 주변 셀의 집합(neighborhood)

f : 각 셀 상태를 결정하는 전이규칙(transition rule)

시간 t에서의 셀 상태, 네이버후드 상태 함수, 전이규칙에 의해 t+1의 셀 상태로 전환되는 CA 기본구조는 다음의 함수 형태로 표현 가능하다(F. Wu · C. J. Webster, 1998; 윤정미, 2002).

$$S_{ij}^{t+1} = f(S_{ij}^t, \Omega_{ij}^t, T^t) \quad (8)$$

$S_{ij}^{t+1}$  : 시간 t+1에 대한 ij의 상태

$S_{ij}^t$  : 시간 t에 대한 ij의 상태

$\Omega_{ij}^t$  : ij의 네이버후드 상태

$T^t$  : 전이규칙을 나타내는 함수

이와 같은 간단한 규칙을 기초로 기본적 CA 정의를 정리하면 다음과 같으며(L. Xia · G. Y. Anthony, 2000) IF, THEN, ELSE 등의 논리적 상태(statement)와 AND, OR 등의 논리적 연산(logical operation)을 이용하여 이뤄질 수 있다(M. Takeyama, 1996; 윤정미, 2002).

IF 어떠한 셀  $\{x \pm 1, y \pm 1\}$ 가 이미 개발되었을 때

$$\text{THEN } P_d\{x, y\} = \sum_{\{i, j\} \in \Omega} P_d\{i, j\} / 8 \quad (9)$$

&

IF  $P_d\{x,y\} > \text{어떤 임계값(some threshold value)}$  (10)

THEN 셀  $\{x,y\}$ 는 어떤 다른 확률  $\rho\{x,y\}$ 을 갖고 개발된다.

$P_d\{x,y\}$  : 셀  $\{x,y\}$ 의 개발 가능성

$\{i,j\}$  : 자신까지 포함한 무어의 네이버후드(Moore Neighborhood) 내의 모든 셀

CA가 공간분석을 할 때 유용한 이유는 초기 상태, 파라메타 설정, 전이규칙의 설정에 의해 각기 상이한 결과를 도출해 내는 공간의 복잡성(complex)을 모사해 낼 수 있기 때문이다. CA를 이용한 공간 분석은 보다 많은 가능성을 시뮬레이션 할 수 있다. 즉, 도시라는 공간이 다양한 변수를 보유하고 있어 그 다양성을 최대한 반영한 결과를 보여줄 수 있는 모델 구현이 가능하다. 또한 상호작용 결과를 시각적으로 보여줄 수 있어 공간 분석시 더욱 유용하다(H. Coucleis, 1997; 배지은, 2001; 윤정미, 2002).

공간분석에 CA를 활용할 경우(정재준, 2001; D. F. Wagner, 1997) 시공간(spatial-temporal) 분석이 가능하다. CA는 시간에 따라 반복적으로 연산을 하므로 시기별 변화를 분석하는 시계열적 프로세싱이 가능할 뿐 아니라 모델링할 때 공간을 단순화하지 않아 공간성(spatiality)도 유지된다(윤정미, 2002).

또한 CA는 이웃 셀을 이용하기에 보다 현실적 모델링이 가능하며 위성 영상과의 호환성(compatibility)이 높다. 위성 데이터를 영상처리하여 CA의 기본 구성요소인 그리드 셀 공간을 형성할 수 있다(윤정미, 2002).

CA는 2차원의 격자 공간에서 구현되므로 래스터 GIS를 이용한 연산 응용으로 구현할 수 있다. 즉 CA는 위치 및 시간 함수로 정의되기에 지리

학적 공간 모델과 유사하게 수학적으로 표현할 수 있다. CA의 변화규칙은 GIS에서 지원하는 함수, 모듈과 구조적 동일성이 있어 GIS를 활용하여 효과적으로 구현할 수 있다(배지은, 2001; 윤정미, 2002).

마지막으로, 장래계획 등을 입력요소로 시뮬레이션 구현이 가능하다. 이와 같이 CA는 보다 유연성 있고 강력한 공간모델링 도구라고 할 수 있다(윤정미, 2002).

### 3) 필지기반 CA

전통적인 CA모형은 셀공간을 주로 정사각형 형태의 격자들로 정의하였는데 이는 대부분이 위성 데이터의 영상처리를 통해 픽셀별로 토지 이용을 구분한 래스터 형식의 토지이용자료를 사용했기 때문이다. 이러한 격자형 셀을 사용하는 방식은 연산의 측면에서 최적일 뿐 아니라 거시적인 관점에서 도시시스템이 어떻게 작동하는지의 개요를 효과적으로 제공해 준다(Pablo Barreira González et al., 2012). 그러나 최근의 CA 모형들은 셀을 불규칙한 공부상 필지로 정의하는 경우가 많아졌다(Stevens et al., 2007). 이는 필지는 일반적으로 토지이용 변화의 등을 평가하기 위해 가장 적절한 분석단위로 인식되기 때문이다(Landis and Zhang, 1998a, 1998b; Irwin and Geoghegan, 2001; Allen and Lu, 2003). 토지의 구입, 토지개발과 같은 토지이용에 대한 많은 의사결정들이 필지 수준에서 이루어지며 용도 지역의 입안 및 실행 등 대부분의 토지이용정책도 필지 수준에서 이루어진다(Lorencio Ballestores Jr. · Zeyuan Qiu., 2012).

도시계획에서 주로 사용하고 있는 최소 공간 단위를 CA모형에서 동일하게 사용하게 될 때 모형의 활용성이 더욱 높아질 수 있다. 이러한 관점에서 보면, 도시성장을 시뮬레이션 할 수 있는 벡터기반의 CA모형의 필요성이 높다. 특히 도시계획을 목적으로 국지적 규모에 초점을 둘 때에는

격자 방식의 셀보다는 필지를 셀공간으로 정의하여 분석하는 것이 더욱 적절할 것으로 판단된다(Pablo Barreira González et al., 2012).

국내에서도 실제로 다양한 크기와 모양을 지니는 필지를 셀단위로 하여 작은 규모의 공간에 CA 모형을 적용한 연구도 있으나(강세진, 1999; Yim and Choi, 2002), 이러한 셀단위를 도시 전체적인 규모에 적용하기에는 아직 자료구득의 한계, 계산상의 효율성, 네이버후드의 규정의 문제가 있어(최대식, 2003) 아직 시도되지 못하는 실정이다.

이에 본 연구에서는 세종시 비도시지역의 도시성장을 시뮬레이션하기 위한 CA 모형 구축시, 셀공간 단위를 래스터 방식의 격자셀이 아니라 벡터 방식의 필지로 규정하여 적용하고자 한다.

### 제3절 선행연구 검토

#### 1. 도시성장관리 관련

##### 1) 성장관리정책 도입 및 개선

1990년대 후반부터 우리나라에 성장관리의 개념과 관련 정책기법이 소개되기 시작하였다. 성장관리개념이 태동하게 된 배경과 미국의 성장관리정책의 주요 시행 사례를 소개하면서 과밀과 난개발 문제가 심각한 수도권 등 대도시지역을 대상으로 성장관리정책을 모색하려는 연구들이 이루어졌다.

이양재(1996)는 2차 세계대전 이후의 교외화와 그에 따른 기반시설 부족에 대응하고자 미국에서 태동한 성장관리의 역사적 배경과 개념을 고찰하였다. 또한 미국의 주요 주(州)에서의 시행 사례를 비교·분석하여 성장관리정책과 기법들을 유형화하고 서울시에의 도입방안을 모색하였다. 이 연구를 시작으로 도시성장정책의 도입 및 개선을 제안하고자 외국의 관련 정책 사례를 조사하여 검토한 연구(조철주·정창무, 1998; 이상대, 2006; 이시철, 2008; 황금희, 2014 등)들이 잇따랐다.

성장관리 개념의 소개된 2000년 이후에는 성장관리정책의 실효성을 제고하고자 성장관리 세부 분야별 정책의 개선방안을 모색한 연구들이 진행되었다. 박재길 외(2001)는 개발밀도관리제도의 보완 차원에서 도시내 특성을 반영하여 용적률의 각 지역별 상한선을 달리 운용할 수 있도록 도시계획 지침의 보완이 필요하다고 하였고 김상조 외(2010)는 도시성장관리를 고려한 기반시설부담구역제도의 활성화방안을 모색하였다. 김동근 외(2014)는 비도시지역의 합리적인 성장관리를 위해 개발행위제도의 역할과 개선방향을 제시하였다. 개발행위허가제도는 허가기준을 명확히

하고 재량행위에 대한 근거마련이 가능하도록 항목별 중요도를 감안한 체크리스트를 도입할 필요가 있으며, 개발행위의 소규모 집단화와 기개발지 활용을 유도하도록 관련 기준을 개선할 필요가 있다고 주장하였다. 특히, 개발행위제도의 한계점을 보완하기 위해 마련된 성장관리방안이 실효성을 확보하기 위해서는 성장관리방안에서 비도시지역 전체에 대한 지역별 종합관리방안을 담아내도록 하고 성장관리방안 중점관리지역과 그 외의 지역에 대해서는 개발행위허가기준의 차등화방안이 마련될 필요가 있다고 강조하였다. 황금희·이승희(2003)는 미국 오래곤주 등에서 시행되고 있는 기반시설 우선투자지역(Priority Funding Areas)을 소개하고 체계적이고 중심성을 갖춘 토지이용을 위해 우선투자지역제도 도입이 필요하며 이 제도를 기반시설연동제와 연계 운영할 필요가 있다고 하였다. 정원모(2010)는 파주시를 대상으로 기 수립된 도시성장관리방안을 분석함으로써 정부의 현 성장관리정책에서 보완될 점을 도출하였다. 기존 공간계획체계를 보완할 수 있는 중간단계의 계획체계, 즉 광역과 기초지자체의 중간 단계의 체계가 필요함을 강조하였다.

수도권 지역을 대상으로 한 광역적 차원의 성장관리정책에 대한 연구들도 꾸준히 이루어졌다. 정승태(2002)는 그 간 수도권 성장관리정책의 전개와 변화과정을 분석하고 미국과 일본의 관련 정책 검토를 통해 수도권은 지속가능, 친환경, 시민중심, 균형발전의 관점에서 성장관리의 대안을 모색할 필요가 있다고 하였다. 황금희·천혜영(2002)은 수도권의 성장관리정책의 합리성 확보가 중요하며 이와 관련하여 개발계획의 역외효과조정을 위한 범부서간 검토체제 확립 등 수도권 전체를 고려한 광역적 차원의 접근이 중요하다고 하였다. 배분석 외(2000)와 이상대·이수진(2003)은 수도권의 개발수요에 대응한 체계적인 성장관리를 위해서는 신도시 개발이 필요함을 강조하였다.

성장관리정책을 규제차원으로만 접근할 경우에는 제도의 지속성 확보가 어려운 만큼, 적절한 인센티브를 통해 정책효과를 높일 필요성이 있다.

이에 성장관리정책의 인센티브 방안에 대한 연구들도 수행되었다. Thomas A. Gihring(1999)은 벤쿠버와 워싱턴주의 사례 비교를 통해 도시성장 관리의 잠재적인 기법으로서 인센티브 재산세(Incentive Property Taxation)의 효과를 분석하였으며 개발의 입지 유도는 세제혜택이 병행될 필요가 있음을 주장하였다. Jerry Anthony(2004)는 워싱턴주의 인센티브 정책 사례를 소개하였는데 지방정부가 성장관리계획을 스스로 수립하도록 유도하고자 성장관리계획을 수립하도록 권고받은 카운티정부에 주정부가 재정적 지원을 실시한 사례이다. 이는 우리나라도 성장관리방안을 정착시키기 위해서는 국가의 재정지원이 동반되어야 함을 시사해 준다. Karina M. Pallagst(2007)는 성장관리정책 중 인센티브 중심의 접근법을 소개하면서 주요 정책수단으로서 세제 혜택, 개발권 구매 또는 이양, 밀도 인센티브 등을 제시하였고 건축을 위한 밀도 완화에 대해서는 부정적 요소가 있어 신중해야 함을 강조하였다. J. Spencer Clark(2007)는 밀도 완화 등 인센티브 조닝이 무분별한 도시확산을 막아내는 좋은 수단이 된다고 하였고 구형수(2016)는 성장관리구역으로 기업을 유치하여 지역 내에 투자를 촉진하고 일자리를 창출하려면 각종 보조금<sup>16)</sup>을 추가적으로 지급하는 방안도 고려할 필요가 있을 것이라고 하였다.

최근에는 국토계획법에 성장관리방안이 제도화됨에 따라 그 실효성 제고를 위해 성장관리방안의 개선방안을 제안하는 연구들이 수행되었다. 김은란 외(2013)는 성장관리방안 운용지침의 구조와 내용에 대한 가이드 라인을 제시하였고 박세훈 외(2013)는 성장관리방안이 도시성장관리계획으로서 법적인 기반을 가질 수 있도록 법제도를 정비할 필요성을 강조하면서 G-통계량 분석을 통한 성장관리지역 설정 방법도 제안하였다. 구형수(2015)는 우리나라의 많은 시·군에서 수축스프롤 현상이 보편화되고 있어 도시재정에 큰 부담으로 작용하고 있음을 지적하고 비시가화지역 개발시 적정 기반시설 확보가 이루어지도록 여러 가지 성장관리정책을 상호 연계·

---

16) 법인세 · 소득세 · 취득세 · 등록면허세 · 재산세 등



운영할 필요성을 강조하였다. 또한 성장관리방안의 실효성 제고를 위해서는 성장관리지역의 설정방법론이 구체화되어야 하며 인센티브 제공방안에 대한 규정도 신설될 필요가 있다고 주장하였다. 이외희 외(2016)는 성장관리방안을 수립 중인 경기도 일부 시·군(화성, 파주)의 주요 계획내용을 분석하고 전문가, 시민, 공무원을 대상으로 의견을 조사하여 성장관리방안의 수립방향을 제시하였다. 성장관리방안제도의 개선을 위해 기반시설 부담방안을 추가하고 조세 감면 등 인센티브 항목을 다양화할 필요가 있으며, 성장관리지역 외 지역으로의 난개발 확산을 막기 위해서는 용도지역별 허용용도 제한을 강화할 필요가 있다고 주장하였다.

이상과 같이 성장관리정책의 도입 및 개선과 관련된 선행연구들을 살펴본 결과 2000년 전후에는 성장관리의 개념, 수도권 중심의 대도시권에 대한 성장관리정책 방향을 모색하는 연구가 주를 이루었으나 최근에는 비도시지역 등 도시확산이 발생하고 있는 지역에 구체적으로 적용가능하도록 성장관리방안의 개선방향을 모색하는 연구가 잇따르고 있음을 알 수 있다. 이는 인구의 고령화가 가속화되고 일부지역은 지역소멸을 걱정해야 하는 최근의 상황에서는 지역특성에 맞는 구체적인 성장관리정책이 요구되기 때문으로 판단된다.

이러한 흐름을 고려, 본 연구도 개발압력이 높아 비도시지역에서 개발의 급격한 확산이 발생되고 있는 세종시 등 일부 지자체에서 적용될 수 있도록 현재 시행중인 성장관리방안의 개선방향을 제시하는데 초점을 두고자 한다.

## 2) 도시성장 예측 및 성장관리 평가

도시성장모형을 통해 도시성장을 예측함으로써 정책방향 등에 대한 의사결정을 지원하고자 다양한 연구들이 수행되었다. 전유신·문태훈(2003)은 안양시를 대상으로 도시동태모델을 이용하여 도시기반시설 증설

시나리오 및 개발밀도 규제 시나리오에 따라 수용가능 인구를 예측하고 지역 유형별로 도시성장관리를 위한 개발밀도관리방안을 제시하였다. 조정훈(2004)은 비례위험모형을 이용한 택지개발 확률모형을 개발하여 수도권 민간 주택건설사업의 입지요인을 분석·예측하였고 이를 통해 민간 개발 입지의 규제와 유도를 위해서는 지역기반시설 확충 등과 같은 미시적 정책수단이 보다 효과적임을 밝혔다. 이희연(2007)은 토지이용-교통 통합 모델을 이용하여 도시성장관리를 위한 계획지원시스템을 구축·활용할 필요성을 언급하였다. 김태경 외(2009)는 토지이용과 교통에 관한 시뮬레이션모형인 G-LUM(Gravity-based Land Use Model)을 활용하여 경기도의 미래 도시성장방향을 예측하였다. 그는 수도권에 적합한 모형을 찾기 위해 관련 자료구축 및 연구 등에 정부의 광범위한 지원과 투자가 필요함을 강조하였다. 여창환(2009)은 위성영상에 도출된 래스터 기반자료로 이항로짓회귀모형을 이용하여 대구광역시 및 그 주변도시의 도시확산을 예측하였다. 그는 대도시와 주변지역을 연계한 대도시권 차원의 도시성장관리가 필요하며 지방정부간 의견을 조정·통합할 수 있는 협의체 구성을 촉구하였다. 한홍구(2009)는 미래의 불확실성에 대응하는 방법론으로서 시나리오 플래닝 기법을 소개하고 이 방법을 이용하여 2025년의 수도권 성장관리 시나리오를 4가지(현재추세 인구성장 및 공간분산형, 현재추세 인구성장 및 공간집약형, 인구억제 및 공간분산형, 인구억제 및 공간집약형)로 설정하였다. 또한 변이할당모형과 다항로짓모형을 이용하여 시나리오별 도시성장을 예측하였다. 그는 도시성장 예측이 의미를 갖기 위해서는 각계각층의 의견이 반영된 규범적 관점의 성장관리 시나리오를 구축하는 과정이 선행되어야 함을 강조하였다. 이 외에도 시나리오 설정을 통해 도시성장을 예측하고자 하는 연구들(황금희, 2009; 정일훈 외, 2010 등)은 다수가 있으며, 셀룰라 오토마타를 통한 도시성장 예측에 대해서는 뒤에서 별도로 다루기로 한다.

효과적인 도시성장관리를 위해서는 지속적인 모니터링을 통해 관련 정책을 끊임없이 개선해나가야 하는 바, 도시성장의 현황을 평가하거나 도시성장정책의 효과를 평가하는 연구들도 수행되었다. Arthur C. Nelson · David R. Peterman(2000)은 182개 대도시 통계지역을 대상으로 성장관리 노력의 유무에 따라 1972~1992년간의 경제적 성과가 어떻게 차이가 나는지에 대해 평가하였는데, 이를 통해 성장관리정책을 시행한 커뮤니티가 그렇지 않은 커뮤니티보다 경제적 성장이 높다는 유의한 차이를 확인하였다. 김재익 외(2007)는 대구광역시를 대상으로 개발제한구역이 도시구조에 어떠한 영향을 미쳤는지 도시성장관리 측면에서 평가하였다. 이를 통해 개발제한구역의 효과가 도시성장 초창기나 중반기까지는 소기의 효과가 있었지만 구역 안쪽의 개발 가능한 토지가 개발수요를 충족시키지 못할 경우에는 비지적 개발 등에 의한 사회적 부작용이 나타난다고 주장하였다. Bernadette Hanlon et al.(2013)은 경제학 기반의 토지이용전환 모델을 개발하여 메릴랜드의 우선투자지역(PFA) 프로그램의 효과를 평가하였다. 우선투자지역 외부에 입지하는 일부 필지들이 매우 큰 개발압력을 받고 있어 메릴랜드의 인센티브기반 정책은 도시확산을 방지하는데 한계가 있음을 발견하였고 인센티브 중심의 전략이 실효성을 확보하기 위해서는 주변지역에 대한 규제 정책이 잘 병행되어야 함을 강조하였다. 황금희(2010)는 계획일관성이라는 도시성장관리의 시각에서 도시계획과 도시개발에 대한 사전평가가 필요하다고 주장하였으며 David A. Newburn · Peter Berck(2011)은 캘리포니아주 소노마 카운티를 대상으로 확률효용 모형과 로짓모형을 이용하여 성장관리정책이 준교외 및 교외지역의 미래 개발패턴에 주는 영향을 고찰하였다. 이를 통해 도시성장경계와 같은 규제적 접근의 성장관리보다 우선투자지역과 같은 인센티브 기반의 접근이 더 효과적임을 언급하였다. 이대중(2015)은 전문가 설문, ANP(Analytic Network Process) 분석 등을 통해 우리나라 대도시의 도시성장관리 현황을 평가할 수 있는 평가지표를 제시하였고 서울시와 6대 광역시의 도시성장관리를 평가하였다.

### 3) 성장관리를 고려한 도심활성화

교외화로 인한 무분별한 도시확산은 도심부의 쇠퇴를 동반하게 되므로 도시재생 등 도심활성화 정책은 성장관리와 밀접한 관련성을 갖고 이뤄져야 한다. 이러한 측면에 초점을 맞춰 성장관리를 고려한 도심활성화에 대한 연구들이 수행되었다.

김영환 외(2003)는 성장관리형 도시재생의 개념과 주요전략 및 계획요소를 제시하였다. 이 연구에서 성장관리형 도심재생이란 도시성장관리의 개념과 이론을 기초로 도심부에 다양한 도심재생기법을 적용함으로써 대도시의 무분별한 확산은 방지하고 도심부 재활성화를 도모하여 종국적으로는 경제의 성장과 환경의 보전이 조화되는 지속가능한 도시개발을 추구한다고 규정하였다. 이후, 김영환(2008)은 성장관리형 도심재생 가이드라인을 마련하여 실제 정책에 적용될 수 있도록 계획요소를 구체화시켰다. 박훈·정재용(2011)은 이론적 고찰을 바탕으로 성장관리형 도심활성화 방안의 계획요소와 지표를 도출하고 이를 이용하여 시흥시의 공간구조 및 개발현황을 평가하고 정책 개선방향을 제시하였다.

도심주거는 도심활성화를 도모하는 중요한 요소이다. 이에 남진(2006)은 서울시가 추진 중인 도심주거확보 시책의 효과를 비용적인 면에서 분석하고 도심의 기반시설 용량범위 내에서 광역적 정비사업단위에서 용적률의 차등 적용 등 다양하고 차등적인 도심주거 확보 정책이 필요함을 주장하였다. 김옥연 외(2010)는 서울시에 대하여 주상복합건물이 완공된 지역의 인구변화를 기준으로 인구유입효과를 추산·분석하였다. 이를 통해 2007년말 당시 주상복합건물은 도심지역보다는 도심부근 및 부도심지역에 많이 건립됨으로 도심공동화 방지수단으로서의 역할을 감당하지 못하고 있음을 지적하고 입지를 적정하게 유도할 있는 제도적 장치가 필요하다고 하였다.

이희연(2008, 2009)은 기성시가지 내에 건축가능한 토지공급량과 개발 용량을 산정하는 방법을 구축하여 수원시를 대상으로 실증분석을 실시하였다. 그는 도시성장관리를 위해 기성시가지의 재충진 개발이 유도되어야 하며 용도지역지구제와 같은 토지이용규제보다는 토지공급과 수요를 원활히 조화시켜 나가는 적극적 토지관리정책이 필요함을 강조하였다.

#### 4) 기타 연구

성장관리정책 수립을 위해서는 먼저 해당도시의 공간구조에 대한 분석이 선행될 필요가 있는 바 이와 관련된 연구들도 수행되었다. 정현욱·김재익(2003)은 난개발지표를 개발함으로써 대도시권의 난개발 여부와 그 수준을 파악하고 공간적 분포특성을 도출하였다. 이를 통해 도시성장 억제 정책은 광역정책이 되어야 하며 중앙과 지방정부간 계획체계의 일관성 유지가 중요함을 강조하였다. 임은선 외(2006)는 도시성장 유형을 외연확산형과 압축형 도시로 구분하고 도시공간구조 측정을 위한 미시적, 거시적 분석방법론을 제시하였다. 또한 경기도 일부 시군을 대상으로 도시공간구조의 확산-압축 수준과 공간구조 패턴을 측정하였다. 이를 통해 GIS 기반 도시공간구조 측정방법은 새로운 부가가치 정보로서 국토정책 및 도시관리 분야에 새로운 시각과 도구를 제공 가능하다고 주장하였다.

성장관리정책에 영향을 미치는 요인에 대한 연구도 진행되었다. Richard C. Feiock et al.(2008)은 설문조사와 프로빗모형을 통해 지방정부의 정치체제와 선거 규정이 해당 카운티의 성장관리방안 관련 정책, 특히 인센티브 중심의 정책 시행에 영향을 미치고 있음을 확인하였다. Youngmi Lee(2010)는 토빗모형을 이용하여 정치적 환경과 개발부담금간의 관련성을 연구하였다. 지방정부 형태가 의회-시장형(council-mayor form of government)일수록 주민들의 민주주의적 이상이 강할수록 개발부담금이 증가하며, 예상과 반대로 개발업자가 많을수록 개발부담금이 더욱 증가하는 경향이 보임을 확인하였다. Jeongho (John) Lee · Younghoon

Choi(2011)는 지역의 경제적 부의 정도가 성장관리정책에 미치는 영향을 연구하였는데, 부유한 카운티일수록 환경보호를 더욱 지지하며 가난한 카운티일수록 성장관리정책의 실행을 지지하지 않았다. 경제적으로 어려움을 겪고 있는 지역일수록 규제 중심의 정책보다는 경제적 인센티브 정책을 훨씬 더 선호하는 경향이 있음을 확인하였다.

## 2. 신규주택 입지요인 관련

신규주택 입지 요인 분석과 관련된 연구는 주택입지이론의 맥락에서 수요자 측면과 공급자 측면에서 바라본 연구가 주를 이루고 있으며 주택의 공간적 분포 요인을 분석한 연구도 수행되었다.

### 1) 수요자 측면

수요자인 가구가 자신의 선호에 따라 주택의 입지를 선택한다는 측면에서 수요자의 입지 선택의 요인들을 종합적으로 분석한 연구들이 수행되었다. 박영근 외(2006)는 구조방정식모형을 통해 아파트의 주거환경이 주거선택기준, 주거가치, 주거애호도에 영향을 미침을 확인하였다. 주거선택기준으로는 고객서비스품질, 아파트품질, 아파트가격, 명성 등이고 주거가치 요인은 평당 가격, 가격대비 품질, 투자 가치, 보유에 따른 자부심 등이며 주거애호도는 주변환경, 내부시설 만족도 등으로 나타났다. 이상운·박경옥(2009)은 청주 등 중도시 신규택지개발지구를 대상으로 거주자의 주거이동 및 선택 요인을 분석하였는데 경제적 요인의 고려가 높은 대도시 택지지구와는 달리 중도시지역은 주거선택시 주택내부환경 요인과 통학거리 등의 교통요인이 크게 고려되는 것으로 나타났다. 정인호·서충원(2012)은 주택시장의 침체와 전세가격의 상승으로 인해 도시지역 안에서 도시지역 밖으로 밀려나가는 잠재 주택수요자들의 주거입지 결정

요인을 분석하였는데 가장 크게 영향을 미치는 요인은 투자가치와 접근성 보다는 편의성(편의시설)과 쾌적성(자연환경)인 것으로 나타났다. 박원석(2015)은 AHP(Analytic Hierarchy Process)를 통해 수도권 가구를 대상으로 가구특성별 주거입지 선호요인을 분석하여 이를 대구 및 경북사례와 비교분석하였다. 분석 결과, 수도권 가구는 대중교통 접근성과 안전성, 자연환경 등 쾌적하고 안전한 삶의 질에 대한 선호가 높은 반면, 대구·경북 가구는 향후 시세차익과 자가용교통 접근성 등 주택의 경제적 투자가치에 대한 선호도가 높은 것으로 나타나 이상운·박경옥(2009)의 연구와 다소 차이를 보였다. 김지현(2016)은 주택구입에 소비수요와 투자수요가 혼재되어 있다는 점을 고려하여 가구의 생애주기와 시장상황에 대한 소비자들의 인식과 지역 등의 변수를 포함하여 이항 로짓분석을 시행하였다. 그 결과, 주택구입에 영향을 주는 사회·인구학적 변수로 교육수준과 가구원수, 주택관련 변수로는 기타주택의 소유여부와 점유형태 및 지역 등이 선정되었는데 이러한 결과는 많은 가구에서 주택구입은 거주목적뿐만 아니라 투자목적도 있다는 것을 보여주는 것이라고 하였다. 투자수요의 영향과 관련하여 이호진·고성수(2017)는 국내 가구의 주택에 대한 소비와 투자의 동기는 다주택보유가구뿐만 아니라 실수요가구에도 존재한다는 사실을 언급하면서 주택투자수요에 대해 부정적인 시각으로 이를 억제하기보다는 투자성향을 가진 수요자들에게 점차 증가하는 임대주택 수요에 대한 공급자이자 운영자로서 사회적 역할을 부여함으로써 주택공급과잉이나 임대 주택부족 문제에 대응할 필요가 있다고 주장하였다. Wenjie Wu 외(2013)는 조건 로짓모형을 이용하여 가구가 주거입지선택을 결정하는데 있어서 입지 특성과 개인적 특성의 상대적 영향력을 실증적으로 측정하였다. 분석 결과, 주거입지 선택에 있어서 지역 공공재에 대한 접근성과 같은 입지적 요인들이 중요한 영향을 미쳤으며 발전된 시장 경제에서는 소득, 학력, 가구소유 상태와 같은 일부 개인적인 사회경제적 특징들도 유사한 영향력을 가지는 것으로 나타났다.

Piet Rietveld · Alfred J Wagtendonk(2004)는 과거 15년(1980~1995)간의 신규주택 건설에 대한 격자자료(500m×500m, 14만개 셀)를 토대로 로짓모형을 이용하여 네덜란드의 주요 도시지역인 란스타드와 그 외 지역에서의 신규주택 건설 입지요인을 분석하였다. 교외화를 억제하고자 그간 추진된 정부의 콤팩트시티 정책의 힘과 교외화를 추구하는 가구 및 개발업자의 수요를 반영한 시장의 힘이 작용하는 가운데, 신규주택의 입지에 영향을 미치는 주요 요인은 인근에 기존 주거지역 존재 여부, 정부의 지원을 받을 수 있는 도시지역 내 여부, 직장과의 접근성, 기차역과 거리 등으로 나타났다. 주택시장의 측면에서 접근한 대부분의 다른 연구와는 달리 도시확산 및 성장관리측면에서 신규주택 입지요인을 접근했다는 면에서 정책적 시사점을 주고 있다. Changhyo Yi · Seungil Lee(2014)는 2005년 기준의 인구총조사, 한국노동패널 등을 토대로 우리나라 수도권 79개 시군구를 대상으로 로짓 회귀모형을 이용하여 주거입지선택 요인 분석을 실시하였는데 그 결과, 자산 증식 목적의 공급자 견인 요인은 약해지고 접근성을 중심으로 한 수요자 견인 요인이 강해짐을 확인하였다. 이창효(2012)는 토지이용-교통 상호작용을 고려한 주거입지 예측모델 연구를 실시하였는데 분석 결과, 접근성이 높은 지역일수록 주거입지의 선택 확률이 높아지고 매매가격이 낮고 전세가격 및 월세 임대료가 높고 주택허가량이 많은 지역일수록 주거입지 선택 확률이 높은 것으로 나타났다.

수요자 측면에서 접근하되, 주택의 입지 요인 중 개별적인 요소에 집중한 연구들도 수행되었다. Isaac Bayoh et al.(2006)은 주거입지 선택의 결정요인과 관련하여 조건 로짓모형을 통해 분석한 결과, 학교의 질이 가장 강력한 요인으로 작용함을 확인하였다. Billie Giles-Corti et al.(2013)은 교통 및 문화관련 인프라가 도시개발 초기에 조성될 경우 해당 지역으로 주거입지 선택을 촉진하는 중요한 요인이 될 수 있다고 주장하였다. Michael Batty(2013)는 교통접근성 변화에 따라 주거입지가 어떻게



변화되는지 시뮬레이션을 실시하였으며, 그 결과 도로 통행 비용이 두 배가 될 경우 사람들이 단기적으로는 교통수단을 바꾸게 되며 중장기적으로는 주거입지를 바꾸게 됨을 확인하였다. 주택입지 요인 중 교통접근성의 중요성을 강조한 연구라 할 수 있다. Felix Haifeng et al.(2009)은 콤팩트하여 걸어다니기 좋고 편리한 대중교통을 갖춘 근린에 대한 선호를 설문조사와 로짓모형을 통해 분석하였다. 그 결과, 학령기 자녀들이 적고 임금이 낮으며 임차로 거주하는 가구들, 또한 적정한 사회적 다양성을 가지면서도 프라이버시에 대한 욕구가 적은 가구들이 콤팩트 개발을 선호하는 것으로 나타났다.

## 2) 공급자 측면 등

주택입지 요인을 공급자 측면에서 다룬 연구들도 수행되었다. 김태경·김완신(2009)은 경기도 개별 시군을 대상으로 국민임대주택 공급의 입지특성을 요인분석을 통해 연구함으로써 국민임대주택공급이 소득계층과 노동시장의 입지를 충분히 고려하지 못하고 지역적으로 편중된 공급이 이루어져 왔음을 경험적으로 밝혀내었다. 주택시장의 공간적 분화와 주택하위시장의 특성에 대한 연구(주경식·박용우, 2010; 오윤경·강정규, 2015)들도 수행되었다.

이 외에도 주택 종류별로 공간적 분포와 그 요인에 대한 연구도 수행되었는데 송영섭 외(1996)는 연립주택 재건축 대상지의 입지특성을, 구동희(1998)는 수도권 전원주택의 입지특성을, 김민희 외(2005)는 서울시 고급주택지역의 형성요인과 분포를, 강창덕·장명준(2011)은 서울시 아파트의 시공간적 분포 변화를, 강명준·강창덕(2011)은 서울시 단독주택의 공간 분포를, 이희연 외(2015)는 저소득층 노인 밀집인구의 시공간 분포와 근린환경 특성을 연구하였다.

국내·외 관련연구 검토 결과, 주택시장과 관련하여 수요자와 공급자 측면에서의 주택입지 선택 요인에 대한 연구가 주를 이루는 가운데 난개발 문제 등에 대응하기 위한 도시성장관리 정책에 시사점을 줄 수 있는 미시적 차원의 신규주택의 입지요인에 대한 연구는 부족한 것으로 보인다.

### 3. 셀룰라 오토마타 관련

도시성장 예측 등을 위해 셀룰라 오토마타(Cellular Automata; CA) 모형을 이용한 연구들이 많이 있으며 그 유형도 다양하나 본 연구에서는 래스터 기반 연구와 벡터 기반 연구로 나누어 살펴보고자 한다.

#### 1) 래스터 기반

CA가 도시성장 예측 등을 위해 지리학과 도시계획 분야에 도입될 수 있었던 주된 이유 중의 하나는 CA가 본질적으로 공간적 속성을 가지고 있다(White and Engelen, 1993; 조대현, 2007)는 점 때문이다. 또한 격자 모양의 셀구조는 래스터 데이터 구조를 통해서 쉽게 구현될 수 있기에 GIS나 RS(Remote Sensing)와 쉽게 결합될 수 있기도 하다(조대현, 2007). 이에 도시성장예측 등을 위해 CA 모형을 사용한 연구들에서는 대부분 위성영상 등 래스터기반의 자료를 활용하여 모형을 적용하였다.

전통적인 CA는 격자셀을 기초공간단위로 설정하고 인접셀의 근린 효과를 바탕으로 전이규칙에 따라 반복적으로 셀 속성값에 변화를 주어 개발입지 확산 등의 시뮬레이션을 수행한다. CA의 효용성은 해당 모형이 얼마나 현실을 정확히 묘사해 내는지에 달려 있기에 모형의 성능제고를 위해 다양한 방법론적 개선이 꾸준히 시도되었다. 먼저 셀이 개발될 것인지 혹은 토지이용이 변화될 것인지의 가능성을 나타내는 셀 속성값을

보다 정확하게 산정해내기 위해 AHP 및 퍼지함수(윤정미, 2002; 윤정미 외, 2004; 이성호 외, 2004; 윤정미 · 이성호, 2006; 윤정미 · 박정우, 2008; Maher Milad Aburas et al., 2017), 로짓모형(최대식, 2003; 최대식 · 임창호, 2004; 최대식, 2008; Jamal Jokar Arsanjani et al., 2013; Meisam Jafari et al., 2016; Xinli Ke et al., 2016; Yongjiu Feng et al., 2016; Xuecao Li et al., 2017) 등이 적용되었으며, 과잉 혹은 과소 시뮬레이션이 발생되지 않도록 개발수요나 토지이용변화 총량을 정확하게 산정하기 위해 마코브 체인모형(이상현 · 오규식, 2010; Jamal Jokar Arsanjani et al., 2013; Meisam Jafari et al., 2016), 상대성장모형(정재준 외, 2001; 정재준, 2002; 정재준, 2004; 정재준 · 김형태, 2008), 고펜르츠 곡선 모형(최대식, 2003; 최대식 · 임창호, 2004; 최대식, 2008) 등이 적용되었다. 다른 방법론과의 결합을 통해 모형의 정확성을 제고하려는 노력도 있었다. 이렇게 결합된 방법론으로는 사례기반추론(CBR)(DU Yunyan et al., 2012), 행위자 기반 모형(ABM)(Donghan Kim, 2012), 게임이론(Yaolin Liu et al., 2016) 등이 있다. 이 외에도 CA의 약점을 전반적으로 보완하고자 노력한 메트로 나미카 모형(김동한, 2013)도 있으며 미시적 · 거시적 접근을 동시에 시행(Apostolos Lagarias, 2012)하여 시뮬레이션 결과를 입체적으로 제공하거나 미시적으로 접근(조대현, 2007; 조대현, 2008)하고자 노력한 연구들도 있다. CA와 다른 방법론을 결합하여 적용한 사례들의 모형성능을 비교한 연구(Süha Berberoglu et al., 2016)도 눈에 띈다.

## 2) 벡터 기반

도시계획이나 도시개발과 관련된 의사결정의 기초단위는 필지단위이므로 격자셀 단위의 시뮬레이션 결과를 통한 도시성장 예측은 불가피하게 현실과 괴리감이 발생하게 된다. 이에 벡터기반의 데이터를 사용하여 필지단위를 기초로 한 CA 모형의 구축 필요성이 높아지게 되었고 관련 연구도 잇달았다.

Qingsheng Yang et al.(2008)은 CA를 위한 비선형 전이규칙을 구축하는 방법으로서 support vector machines을 적용하였으며 Xuecao Li et al.(2017)은 퍼즐 모양의 조각 세분화 모형(Segmentation-Patch-CA model)을 제안하였다.

그러나 벡터 기반의 CA에서는 실제의 필지를 기초 셀단위로 사용하는 모형(Sevasti Chalkidou · Apostolos Arvanitis, 2012; Somaie Abolhasani et al., 2016 등)들이 주를 이루고 있다. 또한 필지를 기초 셀단위로 사용하되 모형의 성능을 높이하고자 다른 모형들과 결합한 연구들이 수행되었다. Chang-ho Yim · Dae-Sik Choi(2002)는 다항로짓모형을, Daniel Stevens · Suzana Dragic`evic(2007)는 iCity기법을, Florencio Ballestores Jr. · Zeyuan Qiu(2012)는 DT(Decision Tree) 모형을, Pablo Barreira González et al.(2012)은 그래프 이론을, Khila R. Dahal(2014)은 행위자기반모형을 CA에 결합하여 적용하였다.

이 외에도 CA의 개념을 차용하여 적용한 연구들도 수행되었다. 정창무 · 유상균(2005)은 소규모 상업시설인 상점간의 근린효과의 존재를 실증적으로 검토하기 위하여 CA를 응용해 소매활동의 근린효과를 분석하였으며 이종길(2016)은 공간 계획적 차원에서 농촌 빈집 발생의 원인을 분석하고자 확률선택모형 기반의 CA 토지이용변화 예측모형을 활용하였다.

본 연구는 비도시지역 성장관리방안의 실효성 제고에 초점을 두고 있으므로 행정 및 정책현장에서의 개발단위를 고려할 때 격자형태의 셀보다는 실제 개발행위허가가 이루어지는 필지단위를 기초공간단위로 설정하여 분석하는 것이 타당할 것으로 판단된다. CA를 방법론으로 사용한 국내 연구의 대부분은 자료 확보 및 구축의 한계 등으로 대부분 위성영상자료를 활용한 래스터 기반의 자료를 사용했다. 필지단위의 자료를 사용한 연구들은 거의 없으며, 그마저도 행정동 정도의 소규모 블록에 대한 연구가 이루어졌을 뿐이다.

또한 전반적으로 CA모형을 이용한 도시성장 관련 연구는 대부분 거시적 도시확산 연구에 치우쳐 있고, 미시적 차원의 도시확산 연구는 부족한데, 이 역시 위성영상자료를 사용하는 연구의 특징에 기인한 점도 있다고 보인다.

## 제4절 소결

성장관리는 개발의 유형 및 규모, 개발입지 중심의 전통적인 토지이용 정책에서 나아가 개발의 시기와 재원까지를 포괄하고 있다. 성장관리의 시초라 할 수 있는 미국에서는 다양한 도시성장관리정책 수단을 시행하고 있는데 그 대표적인 사례로 적정기반시설조례, 성장단계프로그램, 자본증진계획, 도시성장경계 등을 들 수 있다. 우리나라의 경우 준농림지역 중심으로 대도시 주변지역의 난개발 문제가 사회적 큰 반향을 일으키면서 비시가화지역에 대한 성장관리정책이 본격 도입되기 시작하였다.

비시가화지역의 성장관리를 위한 대표적 정책수단들은 계획입지인 지구단위계획, 기반시설부담구역, 성장관리방안, 준산업단지, 공장입지유도지구 등과 개별입지인 개발행위허가가 있다. 이 중 성장관리방안은 2013년에 제도화되어 세종시 등 일부 지자체에서 2016년 하반기부터 시행중이며 많은 지자체에서 수립 중이다. 성장관리방안을 수립하여 시행중인 지자체의 사례를 살펴보면 정량적으로 제시되는 주요 정책수단은 기반시설 확보를 위한 물리적·시간적 규제 수단과 이러한 규제수단의 준수를 유도하고자 제시하는 인센티브이다.

기존의 성장관리 관련 연구에서 특히, 성장관리방안과 관련된 연구에서는 설문조사 등 정성적 분석을 통한 연구가 대부분(이외희·임지현, 2014; 이외희, 2016 등)이었다. 이는 성장관리방안이 최근에 도입된 제도이며 실제 지자체에서 적용하기 시작한지도 1년여 밖에 안 되며 시행 중인 지자체도 소수임을 고려할 때, 아직 시행의 효과를 뚜렷하게 확인하기 쉽지 않은 측면 때문일 것이라 판단된다.

본 연구는 국내 지자체 중 성장관리방안을 최초로 수립한 세종시의 시행 사례를 대상으로 성장관리방안의 주요 정책수단의 영향력을 로짓모형을 활용하여 실증 분석하고자 한다. 세종시 비도시지역의 주택 등

개발 입지 요인을 분석하는 과정에서 정책변수로서 현재 시행중인 성장관리방안의 물리적 규제 및 시간적 규제, 인센티브를 포함시키고자 한다. 이를 통해 성장관리방안의 주요 정책수단의 영향력을 실증 분석함으로써 성장관리방안 제도의 개선을 위한 시사점을 제시하고자 한다.

지금까지 CA를 활용한 도시성장 혹은 확산 예측 관련 연구는 광역도시권을 대상으로 한 거시적 연구가 대부분이었다. 국내의 도시성장 예측 연구는 수도권 지역의 난개발이나 개발제한구역 해제 이슈가 고조된 2000~2010년에 집중되었다. 당시는 우리나라가 성장관리정책을 구체적으로 제도화하지 않은 상태였기에 이러한 이슈들을 거시적인 차원에서 다루는 연구들이 주를 이룬 측면이 있다. 또한 자료구득이나 계산상의 한계 등으로 인해 도시성장 예측시 위성영상 등 래스터 기반자료를 활용하였기에 미시적 접근에는 한계가 있었던 것으로 보이며 정책적 함의도 개괄적 수준에서 벗어나기 힘든 측면이 존재했다.

2010년 이후에는 국내의 경우, 도시성장 예측 등의 성장관리와 관련된 연구가 줄어드는 추세이다. 이는 급격한 도시성장기가 지나가고 도시재생 등의 국지적 차원의 도시관리의 필요성이 더욱 높아졌기 때문이라 생각된다. 2015년부터는 서울뿐 아니라 경기도와 인천을 포함한 수도권 지역이 전체적으로 인구가 감소되기 시작하였다. 우리나라의 많은 지방중소도시에서는 경제여건 변화, 저출산·고령화, 교외화·스프롤 등이 복합적으로 작용하여 인구감소, 부동산 방치 등의 축소현상을 겪고 있다. 해외 각국에서는 도시축소 문제 해결을 위해 도시규모에 맞추어 건조환경을 재조정하는 다양한 정책을 마련하여 도시 다이어트(City Diet)까지 추진하고 있는 상황이기도 하다(구형수, 2006).

이에, 전반적으로 도시가 축소되어 가는 큰 흐름 속에서 최근의 난개발 등의 도시성장과 관련된 이슈는 지역적인 특성으로 인해 국지적으로 발생하고 있는 만큼, 이제 도시성장 예측과 관련된 연구는 그 간의 거시적

접근보다는 지역의 특성을 고려한 미시적 접근이 필요한 상황이다. 더욱이 2013년에 비도시지역의 난개발 문제에 대응하고자 성장관리방안이 제도화된 만큼, 이 제도가 각 지역적 특성에 맞게 실효성 높은 정책으로 정착될 수 있도록 지혜를 모을 필요가 있으므로 더욱이 미시적으로 접근할 필요성이 높다고 판단된다.

이에, 본 연구는 행정중심복합도시 건설이라는 지역적 특성으로 인해 그 주변 읍면지역 등에 난개발이 발생하고 있는 세종특별자치시를 사례 지역으로 선정하여 미시적 차원에서 도시성장 예측 연구를 수행하고자 한다. 이에, 도시성장 예측의 공간단위도 기존의 격자형 셀이 아니라 현실에서 개발행위가 발생하는 지리적 공간의 최소단위인 필지를 기초 공간단위로 설정하여 연구하고자 한다.

도시계획에서 주로 사용하고 있는 최소 공간단위를 CA모형에서 동일하게 사용하게 될 때 모형의 활용성이 더욱 높아질 수 있다. 이러한 관점에서 보면, 도시성장을 시뮬레이션 할 수 있는 벡터기반의 CA모델의 필요성이 높다. 특히 도시계획을 목적으로 국지적 규모에 초점을 둘 때에는 격자 방식의 셀보다는 필지를 셀공간으로 정의하여 분석하는 것이 더욱 적절할 것으로 판단된다.(Pablo Barreira González et al., 2012).

국내에서도 실제로 다양한 크기와 모양을 지니는 필지를 셀단위로 하여 작은 규모의 공간에 CA 모형을 적용한 연구도 있으나(강세진, 1999; Yim and Choi, 2002), 이러한 셀단위를 도시 전체적인 규모에 적용하기에는 아직 자료구득의 한계, 계산상의 효율성, 네이버후드의 규정의 문제가 있어(최대식, 2003) 연구가 활발하게 이루어지지 못하고 있는 실정이다.

본 연구에서는 세종시 비도시지역의 도시성장을 시뮬레이션하기 위한 CA 모형 구축시, 셀공간 단위를 래스터 방식의 격자셀이 아니라 벡터 방식의 필지로 규정하여 적용하고자 한다. CA 모형의 기초 공간단위를



필지로 하게 될 경우 도시성장 시뮬레이션 결과를 통한 정책 활용성이 더욱 제고될 수 있을 것이다.

## 제3장 모형의 정립과 적용

### 제1절 세종시 성장관리정책

#### 1. 세종시 개요

세종시는 『세종특별자치시 설치 등에 관한 특별법』에 따라 2012년 7월 1일에 정부직할 특별자치시로 출범하였다. 행정구역 면적은 서울시의 3/4에 이르는 465km<sup>2</sup>이며 『신행정수도 후속대책을 위한 연기·공주지역 행정중심복합도시 건설을 위한 특별법』에 따라 국책사업으로 건설되고 있는 73km<sup>2</sup>의 신도시 지역과 비도시지역이 주를 이루고 있는 392km<sup>2</sup>의 읍면 지역으로 이루어져 있다.

세종시의 인구는 출범 당시 100,751명이었으나 빠른 증가세가 지속되어 2017년 12월말 기준으로 284,225명<sup>17)</sup>에 이르고 있는데 인구의 증가는 신도시인 동지역이 견인하고 있다.

표 16 세종시 인구현황

구 분	2012.12월	2013.12월	2014.12월	2015.12월	2016.12월	2017.12월
총 인구	115,388명	124,615명	158,844명	214,364명	246,793명	284,225명
동지역 (신도시)	18,279명	24,231명	59,098명	115,357명	146,653명	185,956명
읍면지역	97,109명	100,384명	99,746명	99,007명	100,140명	98,269명

출처 : 세종통계 중 주민등록인구통계(<http://www.sejong.go.kr/stat.do>)

17) 세종통계 중 외국인을 포함한 주민등록인구통계(<http://www.sejong.go.kr/stat.do>)

## 2. 세종시 성장관리정책 연혁

정부는 행정중심복합도시 건설사업을 착수하면서 『신행정수도 후속 대책을 위한 연기·공주지역 행정중심복합도시 건설을 위한 특별법』에 따라 신도시 건설지역의 주변지역을 계획적으로 관리하고자 2005.5.24.일부터 시가화조정구역에 준하여 개발을 강력하게 규제하였다.<sup>18)</sup> 이에 따라 주변지역에는 농업·임업용 건축물 건축만 가능할 뿐 신규주택 건축이나 별채, 토석채취 등은 제한되었다.

이후, 2009년 12월 행정중심복합도시 주변지역 도시관리계획이 수립되고 주변지역의 규제가 해제되었는데 이로 인해 세종시 출범을 전후하여 신도시 주변지역에 다가구주택과 전원주택단지 등 무분별한 개발이 이루어졌다. 특히, 장군면 등 주변지역에 관광농원, 버섯재배사, 개간 등을 이유로 산림을 훼손한 후 전원주택 등의 용도로 전환하는 편법적 산지 개발이 만연하면서 무분별한 난개발로 마을 기반시설 부족, 환경오염, 경관 훼손, 농촌 이미지 실추 등 여러 문제점이 대두되었다.

이에 세종시는 시 출범 이후 난개발 방지를 위해 2013.2월 현지조사를 시작으로 2013.4월 관리지역 내 유해공장 제한, 2013.5월 예정지역 주변 난개발 방지 관리방안 수립, 2013.7월 도시디자인 및 경관 심의위원회 운영, 2013.7월 조치원 연결도로 확장구간 개발행위허가 제한, 2013.12월 비도시지역 관리방안 수립·시행, 2014.3월 개발행위(건축) 사업장 관리대책 수립·시행, 2014.4월 난개발종합대책 수립 등 다양한 대책을 마련하여 시행하였다.

이와 같은 대책들은 법률적 근거가 미약한 단기적 대책들이 주를 이루고 있어, 정책의 지속가능성 확보에 한계가 존재하였다. 이에 세종시는 시 특성에 맞게 개발방향을 정립하고 친환경 고품격 주거환경을 조성

---

18) 행정중심복합도시건설청 보도자료(2009.12.23., 세종도시 주변지역 규제 해제)

하기 위해 『국토의 계획 및 이용에 관한 법률』 제58조에 따라 성장관리 방안을 마련하게 되었다. 2015년 초에 성장관리방안 수립용역에 착수하였으며 지역 주민들의 이해 증진과 시행에 따른 문제점을 최소화하고자 주민설명회, 실무자 및 전문가 토론회, 전국지자체회의 등 11차례의 자문 및 회의를 거쳐 행정중심복합도시 주변의 6개면(장군, 금남, 연기, 연동, 연서, 부강)과 금강변, 국도변 등 중점경관관리구역을 대상으로 성장관리 방안을 수립하였다. 특히 성장관리방안에 산지 난개발의 주요 대상인 ‘보전관리지역’ 등 보전지역을 포함하도록 국토교통부에 건의하여, 2015년 7월에 관련법령이 개정됨으로써 성장관리지역 면적의 20% 범위에서 보전지역이 반영될 수 있게 되었다.

세종시 성장관리방안의 주요 내용<sup>19)</sup>은 첫째, 기반시설 확보 차원에서 도로 폭을 6m 이상 확보해야 개발행위를 허가할 수 있도록 하였다. 개발자가 허가를 받은 부지 일부를 도로부지로 내놓도록 하여 현재 3m의 협소한 도로를 6m~10m까지 확장할 수 있도록 하고 여러 차례에 걸쳐 쪼개기식 개발을 할 경우에도 기허가지를 포함하여 개발행위허가 규모를 산정함으로써 개발규모에 걸맞게 도로 폭을 확보하도록 하였다.

둘째, 건축물 용도와 관련, 취락지역, 중점경관관리구역에는 레미콘·아스콘 공장, 고물상, 도축장, 석제품 제조업 등의 환경 위해시설의 입지를 불허하도록 하였다.

셋째, 건축물은 도로변에서 2m를 이격하여 축조하도록 하고, 건물 지붕은 경사지붕이나 옥상정원을 조성하도록 하였으며 색채는 세종시 경관계획(2014)에 따라 권역별 색채 계획을 준수하도록 하여 주변경관과 조화를 이루도록 하였다.

넷째, 환경 및 경관보전을 위해, 옹벽구조물은 현재 3단으로 15m까지 축조할 수 있도록 한 현 규정을 강화하여 2단으로 6m까지만 설치하도록

---

19) 세종시 제93회 시정 브리핑 자료(2016.4.28., 행복도시 주변 성장관리방안)

하고, 상단은 경사를 낮춰 비탈면을 녹화하도록 하였다. 야적장, 채석장 등 환경오염이 우려되는 현장과 병원, 학교, 도서관 등 정온시설 주변에는 방음벽을 설치하거나 차폐형 나무를 심도록 하였고 경관보전을 위해 산지를 개발할 때는 단지 내부도로 경사율을 14% 이하의 S자형으로 개설하여 지형에 순응하고 주변 경관과 조화되도록 하였다. 비도시지역에도 산지개발이나 일반창고, 공장 등은 도시지역에 준하는 조경의무 면적을 설정하여 조경수를 심도록 하였다.

다섯째, 산지 난개발을 근절하기 위한 대책도 포함하였다. 국토계획법을 회피할 목적으로 다른 법을 이용해 버섯재배사, 관광농원 등의 허가를 받아 임야를 절취, 훼손하는 경우 향후 10년간 타용도로 전용하지 못하도록 함으로써 편법적인 난개발을 차단하였다. 또한 관광농원, 버섯재배사 등을 조성하고자 하는 명목으로 타 법률에 의해 허가를 받은 후, 지형을 훼손하고 전원주택단지 등으로 용도를 변경하여 개발하고자 허가 취소 및 적지 복구 과정을 거쳐 개발행위허가를 다시 신청할 경우에는 당초 타 법률에 의해 허가받은 당시의 지형을 기준으로 경사도 등 개발행위허가 가능여부를 검토하였다. 계획적인 개발을 하고자 하는 경우 도시계획위원회 자문을 거쳐 허가하도록 하였다.

여섯째, 성장관리방안으로 과도하게 제한될 것으로 우려되거나 현지역건상 성장관리방안의 규제내용을 도저히 이행하기 어려운 경우에는, 명확한 이유를 제시하여 도시계획위원회 자문을 거쳐 결정하도록 융통성을 담보하도록 하였다.

일곱째, 이상과 같은 성장관리방안을 도입하여 난개발을 억제하는 대신, 계획적 개발을 유도하기 위해 인센티브를 부여하였다. 성장관리지역 내에서는 계획관리지역은 건폐율을 종전 40%에서 50%로, 용적률은 종전 100%에서 125%로 생산관리지역은 건폐율을 종전 20%에서 30%로 상향이

되며 성장관리방안에 따른 개발은 도시계획위원회 심의도 면제하는 등 인허가 기간이 단축되도록 하였다.

마지막으로, 수립된 성장관리방안은 토지이용계획시스템에 등재하여 시민들이 주요 규제 및 인센티브 내용을 손쉽게 확인할 수 있도록 하였다.

세종시는 성장관리방안 수립을 완료하여 2016.8.1.일부터 시행하였으며 시행 1년 6개월을 맞고 있다.

성장관리방안 시행 1년의 성과를 세종시가 자체적으로 점검한 결과<sup>20)</sup>에 따르면 행복도시 주변지역의 신규 개발행위허가 신청 건수가 크게 감소한 것으로 나타났다. 성장관리방안이 시행된 지난해 8월 1일을 기준으로 전후 1년간(2016.8.~2017.7.)의 신규 개발행위허가 신청 건수를 집계한 결과 성장관리방안이 시행된 행복도시 주변지역의 신청 건수가 45%(426건→232건) 감소한 것으로 나타났다.

대지조성사업을 통한 단지형태의 계획적 개발이 유도되고 있는 것으로 나타났다. 성장관리방안 시행으로 기반시설 확보 요건이 강화됨으로써 난개발의 주범이었던 소규모 쪼개기식 개발 대신에 일정규모를 확보한 계획적 단지개발로 전환되고 있는 것으로 나타났다.

또한 산지를 훼손하는 편법적인 개발이 대폭 감소된 것으로 나타났다. 산지 난개발의 편법으로 악용되었던 버섯재배사와 관광농원의 경우, 성장관리방안 시행 이후에는 허가건수가 대폭 줄었다.

---

20) 세종시 제157회 시정 브리핑 자료(2017.8.3., 성장관리방안 1년 평가와 향후 계획)

## 제2절 주택확산 모형의 개요

### 1. 로짓모형의 구성

CA모형을 통해 주택확산 예측을 실시하기 위해서는 분석의 기초단위인 각 필지의 개발전환 확률의 기초값이 필요하다. 본 연구에서는 로짓모형을 이용한 주택 등 개발 입지 요인 분석을 통해 각 필지의 개발전환 확률의 기초값을 산출하고자 한다.

로짓모형 분석을 위한 공간 범위는 세종시 읍면지역 392km<sup>2</sup>, 180,327개 필지이며 분석기준 자료는 국토교통부의 국가공간정보포털에 게시된 2017년 12월 2일 기준의 연속지적도이다.

종속 변수는 주택개발전환 여부로서 2012년말 당시 미개발된 필지가 2015년말에 주택으로 개발되었는지 여부이다. 주택으로 개발되었으면 1, 그렇지 않으면 0으로 설정하였다. 다양한 분석을 위해 주택을 포함한 모든 용도의 개발전환 여부에 대해서도 살펴보았다.

독립변수는 총 20개로 자연환경요인(경사도, 표고), 인문환경요인(기개발지 접근성 4개, 교통접근성 3개, 기반·편의시설 접근성 5개, 고용접근성, 기타(읍면별 인구밀도, 개별공시지가, 개별공시지가 변동율)), 제도적요인(용도지역 더미, 성장관리지역 더미)으로 구성하였다. 독립변수의 종류는 CA 관련 선행연구들을 통해 선정하였다.

분석의 효율성 제고를 위해 세종시 읍면지역 180,329개 필지 중 개발불능필지를 제외한 134,169개 필지를 대상으로 분석하였다. 개발불능필지의 선정은 2030 세종도시기본계획상 개발불가능지 분석기준<sup>21)</sup>을 참고하여

---

21) 2030 세종도시기본계획(세종특별자치시, 2014.2)은 생태자연도 1등급, 임상도 5영급 이상, 하천, 기준표고(국도1호선 평균표고 : 70m)부터 50m 이상, 경사 20도 이상의 토지를 개발불가능지로 설정하였다.

경사 20도 이상 혹은 표고 150m 이상 혹은 지목상 하천, 도로, 구거, 유지인 필지로 선정하였다. 2030 세종도시기본계획에서 개발불가능지 기준으로 적용한 생태자연도 1등급, 임상도 5등급 이상 기준은 채택하지 않았는데 이러한 환경적 기준은 개별 개발행위허가시에는 참고사항으로 적용되기 때문이다. 또한 도로, 구거, 유지 필지를 추가하였는데 이러한 필지는 공공시설의 성격을 가진 부지로서 개발허가가 이루어지기 어렵기 때문이다. 표고의 경우 2030 세종도시기본계획상 기준보다 30m 완화된 150m를 적용한 것은 세종시 전 지역의 특성을 최대한 고려할 수 있도록 보다 많은 필지를 분석 대상에 포함하기 위함이다.

로짓모형의 형태는 다음과 같다.

$$\ln \frac{p_1}{p_0} = \beta_0 + \beta_1 slp + \beta_2 alt + \beta_3 cdst1 + \beta_4 cdst2 + \beta_5 cdst3 + \beta_6 cdst4 + \beta_7 rdst + \beta_8 tdst + \beta_9 bdst + \beta_{10} edst + \beta_{11} mdst + \beta_{12} ldst + \beta_{13} bmdst + \beta_{14} wdst + \beta_{15} idst + \beta_{16} popdnt + \beta_{17} lprice + \beta_{18} lpr + \beta_{19} zoning + \beta_{20} gmz \quad (11)$$

$p_1$ : 미개발필지가 차기에 (주택)개발필지로 전환될 확률

$p_0$ : 미개발필지가 차기에 미개발필지로 남아 있을 확률( $= 1 - p_1$ )

$slp$ : 각 필지별 평균경사도(단위 %, 1m×1m 레스터자료 기반)

$alt$ : 각 필지별 평균표고(단위 m, 1m×1m 레스터자료 기반)

$cdst1$ : 기개발필지와 최단거리(단위 10m)

$cdst2$ : 기개발주택필지와 최단거리(단위 10m)

$cdst3$ : 도심(시청)과의 거리(단위 10m)

$cdst4$ : 지역중심(관할 읍면사무소)과의 거리(단위 10m)



*rdst* : 도로중심선과의 최단거리(단위 10m)

*tdst* : 철도역과의 최단거리(단위 10m)

*bdst* : 버스정류장과의 최단거리(단위 10m)

*edst* : 학교(유, 초, 중, 고)와의 최단거리(단위 10m)

*mdst* : 의료시설(병원, 약국)과의 최단거리(단위 10m)

*ldst* : 문화체육시설과의 최단거리(단위 10m)

*bmdst* : 대규모 점포시설과의 최단거리(단위 10m)

*wdst* : 사회복지시설과의 최단거리(단위 10m)

*idst* : 관내 산업단지와의 최단거리(단위 10m)

*popdnt* : 읍면별 인구밀도(단위 명/천m<sup>2</sup>)

*lprice* : 개별공시지가(단위 천원/m<sup>2</sup>)

*lpr* : 개별공시지가 변동율(2012년 대비 2017년의 변동율, 단위 %)

*zoning* : 용도지역 더미변수(개발억제지역(농림지역, 자연환경보전지역, 개발제한구역) 1, 그 외 0)

*gmz* : 성장관리지역 더미변수(성장관리지역 1, 그 외 0)

$\beta_0$  : 상수  $\beta_1 \sim \beta_{20}$  : 계수

자연환경요인(경사도, 표고)는 최대식(2013), 윤정미(2008) 등 연구로부터, 인문환경요인 중 기개발지 접근성 변수(기개발필지와 최단거리, 기개발 주택필지와 최단거리, 도심(시청)과의 거리, 지역중심(관할 읍면사무소)과의 거리)는 최대식(2003), 여창환(2009), Jamal Jokar Arsanjani 외(2013) 등 연구로부터, 교통 접근성 변수(도로중심선과의 최단거리, 철도역과의 최단거리, 버스정류장과의 최단거리)는 최대식(2003), 여창환(2009), 박원석

(2015), Xinli ke 외 (2016) 등 연구로부터, 기반(편의)시설 접근성 변수(학교(유, 초, 중, 고)와의 최단거리, 의료시설(병원, 약국)과의 최단거리, 문화체육시설과의 최단거리, 대규모 점포시설과의 최단거리, 사회복지시설과의 최단거리)는 이희연 외(2009), 홍성조 외(2011), Maher Milad Abura 외(2017) 등 연구로부터, 고용 접근성 변수(관내 산업단지와의 최단거리)는 박원석(2015)의 연구로부터, 기타 변수(읍면별 인구밀도, 개별공시지가, 개별공시지가 변동율)는 최대식(2003), 윤정미(2008) 등 연구로부터, 제도적 요인 등 용도지역 더미 변수는 최대식(2003) 등 연구로부터 적용사례를 참고하여 선정하였다. 이 중 고용 접근성을 나타내는 변수를 관내 산업단지와의 최단거리로 설정한 것은 세종특별자치시가 수행한 2016년 세종시 사업체 조사 결과 세종시내 사업체 종사자 수 90,672명 중 제조업 종사 비율이 21.3%로 가장 높은 점(공공행정 종사 비율은 18.8%로 나타남)과 본 연구의 공간적 범위가 읍면지역(공공행정 종사자는 주로 신도시인 동 지역에 분포 예상)이고 제조업의 중추적 역할은 산업단지가 수행하고 있는 점을 고려하였기 때문이다.

로짓모형 분석에 사용된 세종시 관련 자료의 출처와 기준시점은 다음과 같다.

**표 17 로짓모형 분석에 활용된 자료의 출처 및 기준시점**

구 분	세부 항목	출처(기준시점)
연속지적도 (shp파일)	◦ 필지별 19자리 고유번호(PNU) 포함	국가공간정보포털 /국가중점데이터 (2017.12.2.)
건축물대장 (엑셀파일)	◦ 일반건축물 ◦ 집합건축물(표제부)	세종특별자치시 (2017.12.31.)
건축물허가대장 (엑셀파일)	◦ 건축물허가(신고)는 완료되었으나 미준공(미사용승인)의 건	세종특별자치시 (2017.12.31.)

구 분	세부 항목	출처(기준시점)
연속수치지형도 (shp파일)	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 도로경계(면, N3A_A0010000)</li> <li>◦ 철도플랫폼(면, N3A_A0191221)</li> <li>◦ 건물(면, N3A_B0010000)</li> <li>◦ 하천경계(면, N3A_E0010001)</li> <li>◦ 실폭하천(면, N3A_E0032111)</li> <li>◦ 호수/저수지(면, N3A_E0052114)</li> <li>◦ 도로중심선(선, N3L_A0020000)</li> <li>◦ 하천중심선(선, N3L_E0020000)</li> <li>◦ 등고선(선, N3L_F0010000)</li> <li>◦ 표고점(점, N3P_F0020000)</li> <li>◦ 행정경계(시도)(면, N3A_G0010000)</li> <li>◦ 행정경계(시군구)(면, N3A_G0100000)</li> <li>◦ 행정경계(읍면동)(면, N3A_G0110000)</li> </ul> ※ 축척 1:5,000 / 시군구 기준	국토지리정보원 /국토정보플랫폼 (2011~2016년)
버스승강장 (엑셀파일)	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 각 승장장의 위도, 경도 좌표</li> </ul> ※ 포인트 shp파일로 변환하여 사용	세종특별자치시 (2017.6월)
학교 현황 (엑셀파일)	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 유치원, 초등학교, 중학교, 고등학교의 이름 및 주소 등</li> <li>◦ 각 학교의 설립일은 개별조사해 구축</li> </ul>	세종특별자치시 교육청 홈페이지 (2017.11월)
문화체육시설 현황 (한글파일)	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 공공체육시설, 문화시설 현황</li> </ul>	세종특별자치시 (2017.5월)
사회복지시설 현황 (한글파일)	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 복지대상자 및 시설·단체 현황</li> </ul>	세종특별자치시 (2017.9월)
산업단지 현황 (한글파일)	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 산업단지 위치 및 면적 등</li> </ul>	세종특별자치시 (2017.7월)
주민등록인구통계 (엑셀파일)	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 읍면동별 주민등록인구 현황(외국인 포함)</li> </ul>	세종특별자치시 홈페이지 (2012.7~2017.12월)

구 분	세부 항목	출처(기준시점)
토지특성자료 (엑셀파일)	◦ 필지별 개별공시지가, 용도지역 등 ※ 개별공시지가 변동율은 연도별 개별 공시지가를 활용하여 산정	국가공간정보포털 /공간정보데이터셋 (2012~2017년)
성장관리지역 (엑셀파일)	◦ 성장관리지역 편입필지조서	세종특별자치시 (2016.8.1)

위의 자료를 가공하여 로짓모형 분석에 이용하였으며 대규모 점포시설 등과 같이 별도로 구하기 어려운 자료는 네이버지도 등 인터넷 지도검색을 통해 위치를 확인하여 자료를 구축하였다.

각 변수별 자료는 ArcGIS와 엑셀을 이용하여 가공·구축하였으며 각 변수별 공간적 분포패턴은 다음과 같다.

표 18 자연환경요인

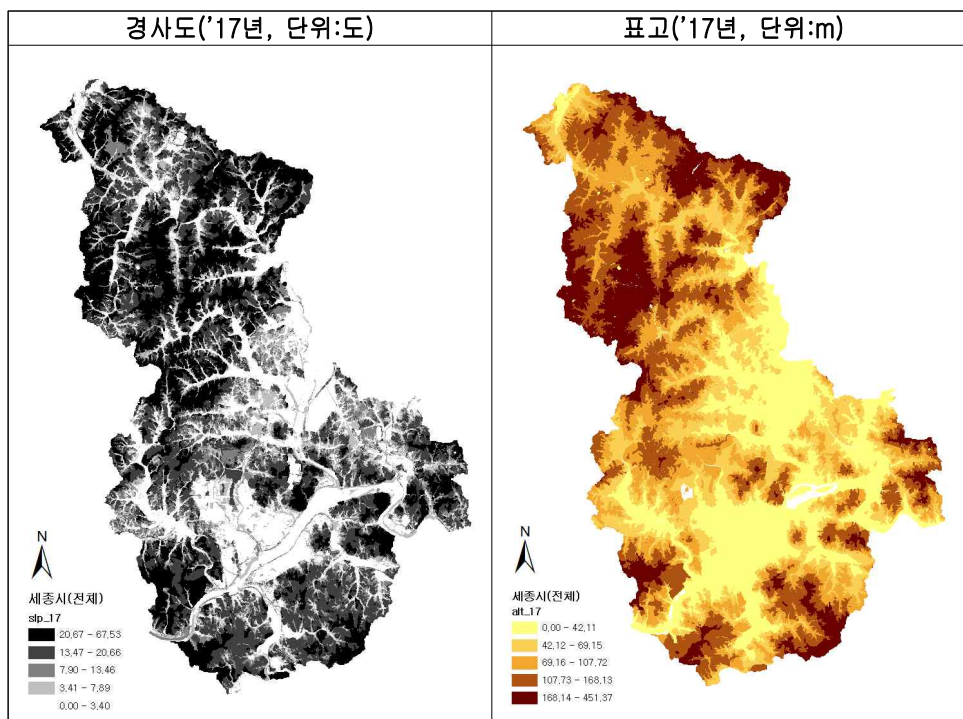


표 19 인문환경요인(기개발지 접근성)

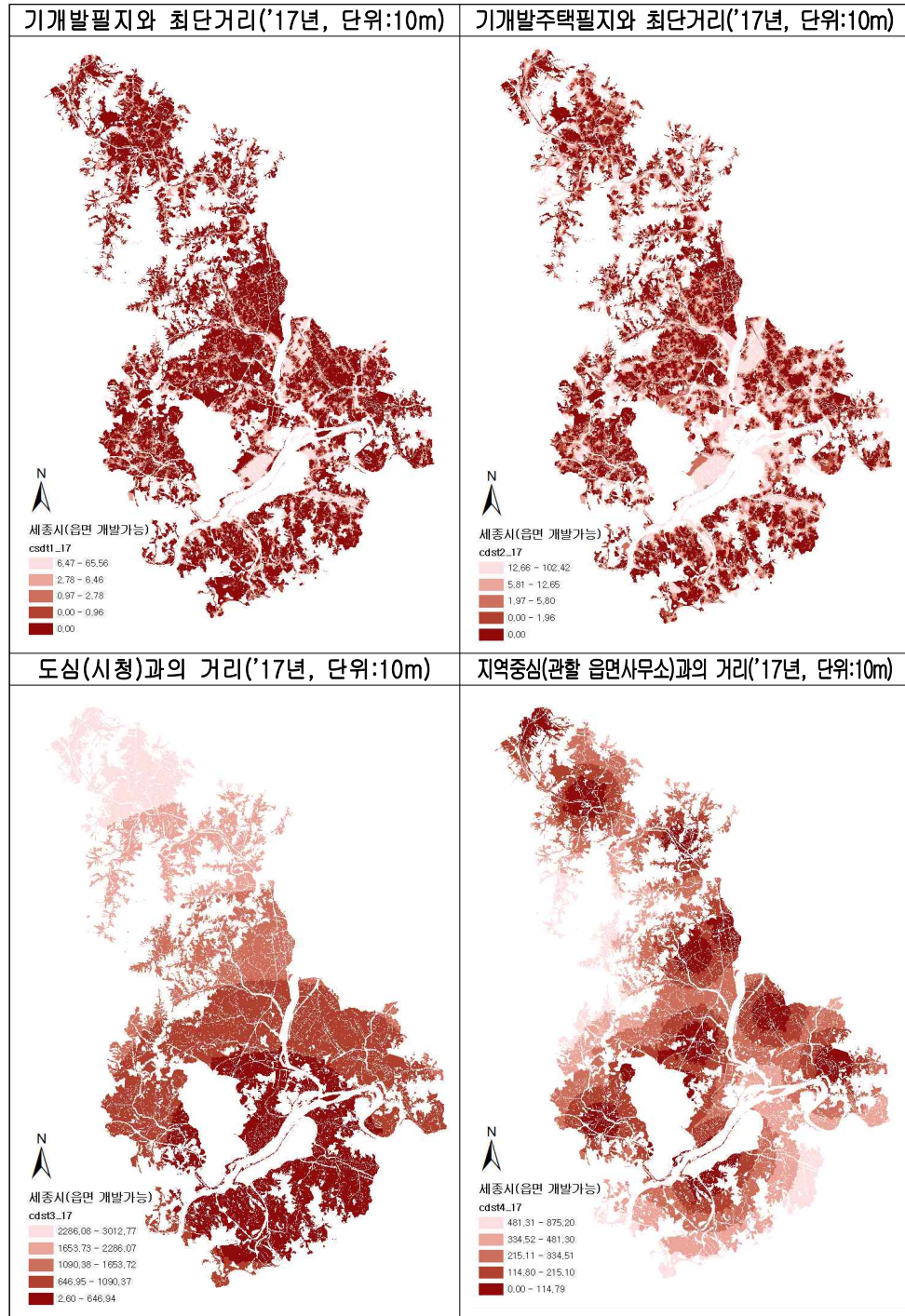


표 20 인문환경요인(교통 접근성)





표 21 인문환경요인(기반·편의시설 접근성)



표 22 인문환경요인(기반·편의시설 접근성, 고용 접근성)

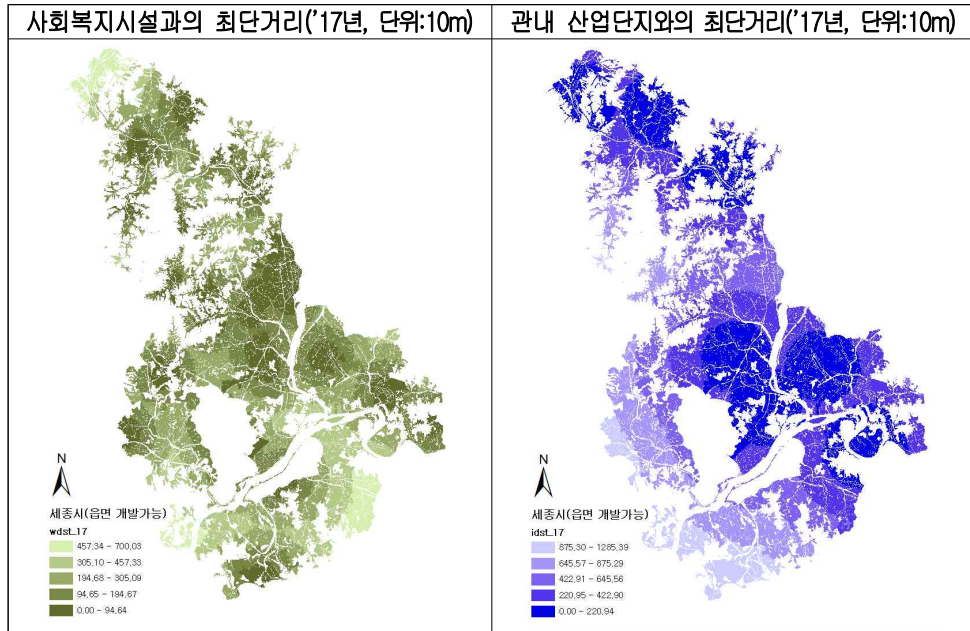


표 23 인문환경요인(기타 요인)

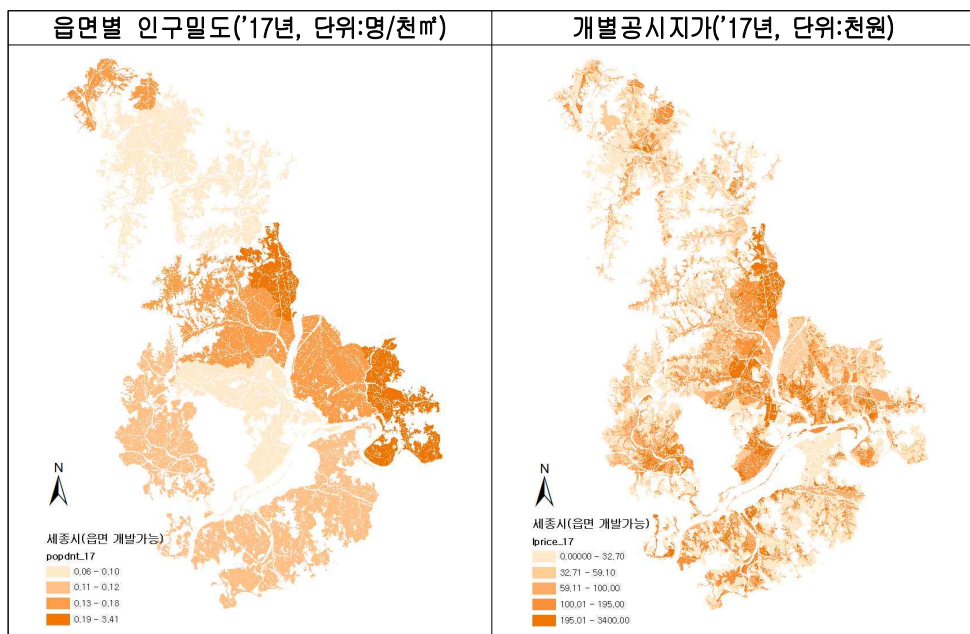




표 24 제도적 요인

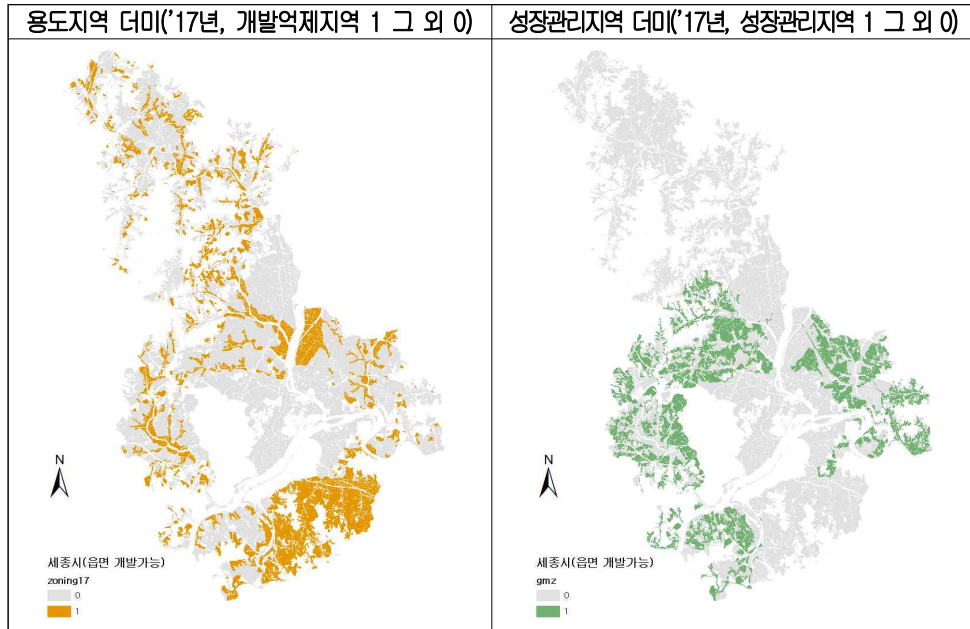
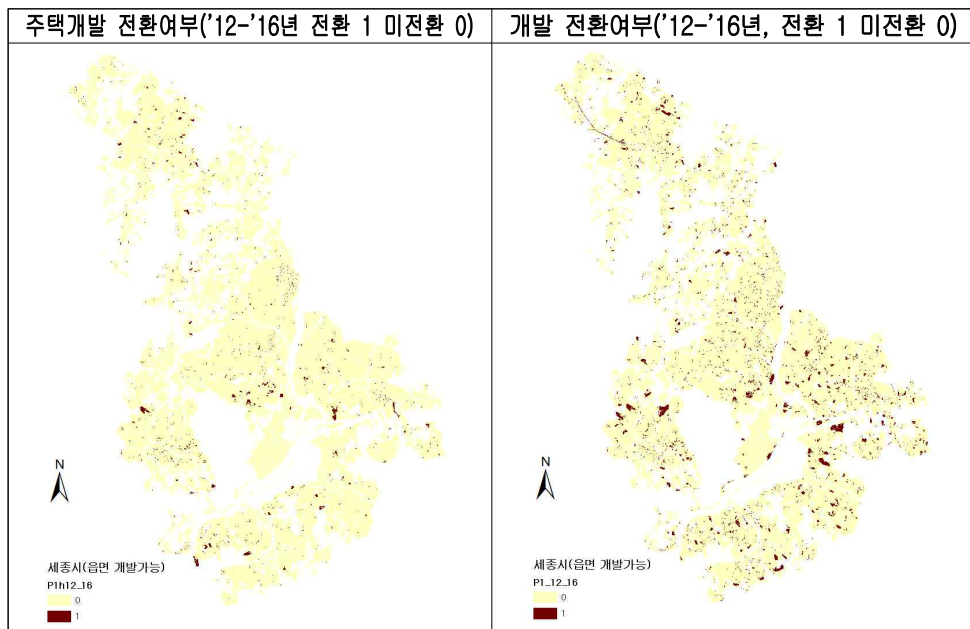


표 25 개발전환 필지 현황



## 2. 셀룰라 오토마타 모형의 구성

CA모형은 셀공간(cellular space), 상태(states), 네이버후드(neighborhood), 전이규칙(transition rule), 시간(time)으로 구성되며 2차원 그리드 셀을 기본으로 한다(윤정미, 2002). 그러나 도시계획에서 주로 사용하고 있는 최소 공간 단위를 CA모형에서 동일하게 사용하게 될 때 모형의 활용성이 더욱 높아질 수 있다. 이러한 관점에서 보면, 도시성장을 시뮬레이션 할 수 있는 벡터기반의 CA모형의 필요성이 높다. 특히 도시계획을 목적으로 국지적 규모에 초점을 둘 때에는 격자 방식의 셀보다는 필지를 셀공간으로 정의하여 분석하는 것이 더욱 적절할 것으로 판단된다.(Pablo Barreira González et al., 2012).

본 연구에서의 CA모형 각 요소는 다음과 같이 규정하였다.

먼저, 필지를 CA모형의 셀공간(cellular space)으로 활용하고자 한다. 국토교통부의 국가공간정보포털에서 제공하는 2017.12.2.일 기준의 세종시 연속지적도 shp파일 중 읍면지역(392km<sup>2</sup>) 134,169개 필지를 CA모형의 적용 대상으로 하였다. 읍면지역에는 조치원읍 등을 중심으로 일부 도시지역이 존재하나 대부분 비도시지역으로 이루어져 있어 읍면지역 전체를 분석 대상으로 설정하였다.

상태(states)는 셀이 가지는 값으로 셀의 변화를 설명하는 속성을 의미하는데 본 연구에서는 최대식(2003)의 연구를 참고하여 상태를 미개발 필지가 차기에 개발필지로 전환될 확률로 정의하였다. 이 확률은 미개발 필지에 한하여 부여되며, 이미 개발된 필지의 셀상태는 1로 설정한다.

네이버후드(neighborhood)는 중심 셀(cell) 주위를 둘러싸고 있는 주위 셀을 의미한다. 대도시권을 거시적으로 접근한 연구들을 살펴보면 부산 대도시권을 연구한 윤정미(2002)는 1셀을 50m×50m의 정사각형으로 설정

하고 네이버후드를 정사각형으로 3×3셀(거리 150m), 5×5셀(거리 250m)과 원형으로 반경 2셀(반경 100m), 반경 5셀(반경 250m)로 설정하였고 수도권을 연구한 정재준(2001)과 최대식(2003)은 1셀을 80m×80m의 정사각형으로 설정하고 네이버후드를 원형으로 반경 5셀(반경 400m)로 설정하였다. 미시적으로 접근한 연구들을 살펴보면 조대현(2007)은 1셀을 10m×10m의 정사각형으로 설정하였다. 본 연구에서는 1셀을 개별필지로 설정하여 미시적으로 접근하는 만큼 네이버후드는 필지 외곽선을 기준으로 100m 거리 안에 포함되는 필지들은 모두 근린필지로 규정한다. 근린설정에 범위에 따른 변화를 살펴보기 위하여 50m도 근린필지의 거리 기준으로 설정하여 추가로 분석한다.

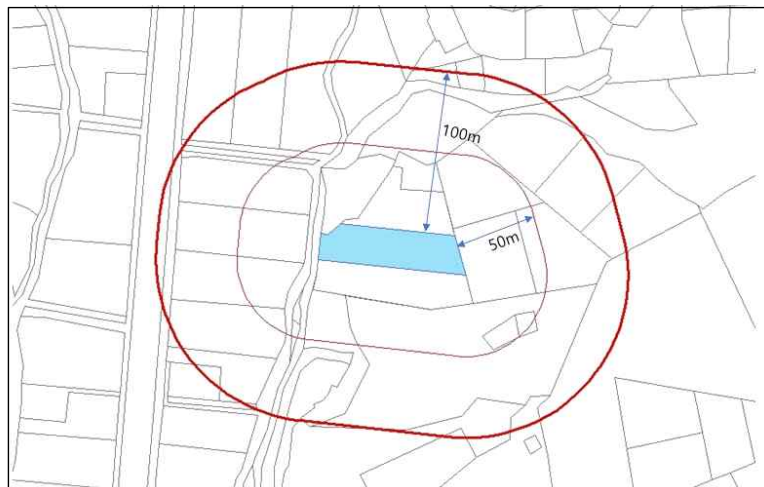


그림 7 필지별 네이버후드(50m, 100m 버퍼)

전이규칙(transition rule)은 CA의 가장 핵심적인 요소로서 인근 셀의 상태에 의하여 해당 셀이 어떻게 변화하는지를 정의한 일련의 규칙이다. 개개의 모든 셀공간에 동일하게 적용되어지는 규칙으로 이 전이규칙에 의해 각 셀은 새로운 상태로 변화하게 되고, 이 상태는 다음 단계의 초기 상태로 입력되어 반복적으로 연산이 진행된다(박수홍, 1997; 윤정미, 2002). 본 연구에서는 M. Takeyama(1996)와 윤정미(2002)가 제시한 기본

적인 CA의 정의를 바탕으로 하되, 면적과 형태가 불규칙한 필지를 기본 셀단위로 설정한 만큼 면적을 가중치로 적용한 확률 평균값을 구하고 일정 확률 이상일 경우에는 개발필지로 전환된다고 간주하는 아래와 같은 전이 규칙을 설정한다.

$$(X, S, N, f) \quad (12)$$

$X$  : CA가 구현되는 임의의 필지

$S$  : 각 필지가 가지고 있는 상태

$N$  : 임의의 필지를 둘러싸고 있는 주변 필지의 집합

$f$  : 각 필지의 상태를 결정하는 전이규칙

$$S_x^{t+1} = f(S_x^t, \Omega_x^t, T^t) \quad (13)$$

$S_x^{t+1}$  : 시간 t+1에서의 필지  $x$ 의 상태

$S_x^t$  : 시간 t에서의 필지  $x$ 의 상태

$\Omega_x^t$  : 시간 t에서의 필지  $x$ 의 네이버후드 상태

$T^t$  : 전이규칙을 정의하는 함수

만약 임의의 필지  $x$ 의 네이버후드 필지  $i$ 가  $n$ 개 존재하고 각 필지의 면적이  $A_i$ 라 하고  $P_d^t(x)$ 를 시간 t에 필지  $x$ 에 대한 개발 가능성이라 하면

$$P_d^{t+1}(x) = \frac{\sum_{i \in \Omega}^n P_d^t(i) A_i + P_d^t(x) A_x}{\sum_{i \in \Omega}^n A_i + A_x} \quad (14)$$

$P_d^{t+1}(x) \geq \text{some threshold value}$  이면 필지  $x$ 는 개발필지로 전환된다.

이 때, some threshold value는 상대성장모형에 의한 개발 입지 총면적 추정치를 만족시키는 확률값으로 선정한다.

시간(time)은 2030 세종도시기본계획의 단계별 개발 목표년도인 2020년(2단계), 2025년(3단계), 2030년(4단계)으로 설정한다. 2030년은 행정중심복합도시 건설 완성의 목표년도이자 도시기본계획상 최종목표년도로서 세종시가 실질적 행정수도 완성을 목표하는 시점이기도 하다.

CA모형 적용절차는 다음과 같다.

첫째, 2012년~2015년의 개발현황을 기초로 필지를 기초단위로 한 로짓모형을 구축하여 2015년의 각 필지별 개발확률을 도출한다.

이 때 독립변수는 2012년 시점의 각종 입지요인 자료를 통해 구축하며 종속변수는 2012년에는 미개발된 상태였으나 2015년에 개발되었으면 1, 그 외의 경우에는 0으로 설정한다. 로짓모형 분석을 통해 유의한 독립변수를 선별해내어 로짓모형을 추정하고 로짓모형을 통해 각 필지의 2015년 개발확률을 도출한다. 이 때 2012년 당시 이미 개발되어 있었던 필지는 개발확률을 1로 설정한다.

둘째, 2015년 기준의 필지별 개발확률을 초기값으로 사용하여 전이규칙을 1회 적용한다.

임의의 필지의 경계로부터 100m 내에 일부라도 포함되는 모든 필지들을 네이버후드로 간주하고 전이규칙에 따라 연산을 거쳐 임의의 필지의 새로운

개발확률을 산정한다. 또한 네이버후드 거리기준을 50m로 적용하여 추가로 분석한다. 이는 네이버후드의 공간적 범위에 따라 개발확률에 어떠한 차이가 발생하는지 확인하기 위해서이다. 이 때, 2012년 당시 기개발필지의 경우에는 개발확률을 1로 유지시킨다. 이는 기개발 필지가 다시 미개발 필지로 환원되지 않을 것이라는 가정에 의해서이다.

셋째, 2017년 기준의 개발현황과의 비교를 통해 본 연구에서의 CA모형의 성능을 검증한다.

건축물대장, 건축허가대장 등 현황조사를 통해 2017년을 기준으로 2012년 이후 신규개발된 필지를 선별해내고 해당 필지들의 면적 합계를 산출한다. 전이규칙을 통해 산정된 필지별 개발확률을 대상으로 현황상 신규개발필지(2012~2017년)의 면적 합계에 해당되는 필지들이 선택될 수 있도록 최소 개발확률을 찾아낸다. 이 확률이  $P_d^{t+1}(x) \geq \text{some threshold value}$ 에 해당하는 확률값이며 개발확률이 이 값 이상인 필지는 개발전환된다고 간주한다.

실제 개발된 필지와 CA모형을 통해 개발될 것으로 예측되는 필지의 일치도를 검증한다. 미시적인 접근인 만큼, 높은 일치도 확보에 어려움이 있을 수 있으므로 실제 개발된 필지와 예측된 개발필지의 공간적 근접성을 확인하기 위해 확대일치도 검증도 함께 실시한다.

넷째, 로짓모형을 통해 도출된 2015년 기준의 필지별 개발확률을 초기값으로 사용하여 전이규칙을 반복적으로 적용함으로써 장래의 개발확산 양상을 예측한다. 이렇게 예측한 개발확산 결과는 향후 시나리오별 확산결과와 비교하기 위한 기준 CA모형 결과로 활용된다.

개발확산 양상을 예측하고자 하는 목표년도가 2020년, 2025년, 2030년의 3개 년도이므로 상대성장모형을 이용하여 각 목표년도별 개발 입지 총면적과 주택개발 입지 총면적을 추정한다. 전이규칙을 반복적으로 적용하여 각 필지에 대한 적용횟수별 개발확률을 산정한다. 각 목표년도별 개발 입지

총면적을 만족하는 개발전환 최소확률을 설정하여 이 때의 개발전환 필지를 도출한다.

다섯째, 정책변수 등을 적용하여 시나리오별 개발확산을 예측하고 기준 개발확산 결과(기준 CA모형 결과)와 비교함으로써 정책적 시사점을 도출한다.



그림 8 CA모형 적용절차

세종시 읍면지역의 필지를 대상으로 CA모형의 전이규칙을 적용하기 위해서는 GIS를 이용한 공간적 연산이 요구된다. 10만개 이상의 필지에 대해 개별 필지별로 네이버후드 필지를 선택하여 면적 가중 평균을 도출하는 연산작업을 반복해야 하는데, shp파일을 기반으로 작업할 경우 상당한 시간이 소요된다. 이에, DBMS(database management system)를 활용한 공간쿼리방식으로 연산을 진행함으로써 연산속도를 극대화하고자 PostgreSQL과 PostGIS를 활용하여 연산을 수행<sup>22)</sup>하였다.

22) GIS 관련 전문가((주)텔루스, ㈜올포랜드)의 자문을 받아 공간쿼리 작성 및 연산 수행

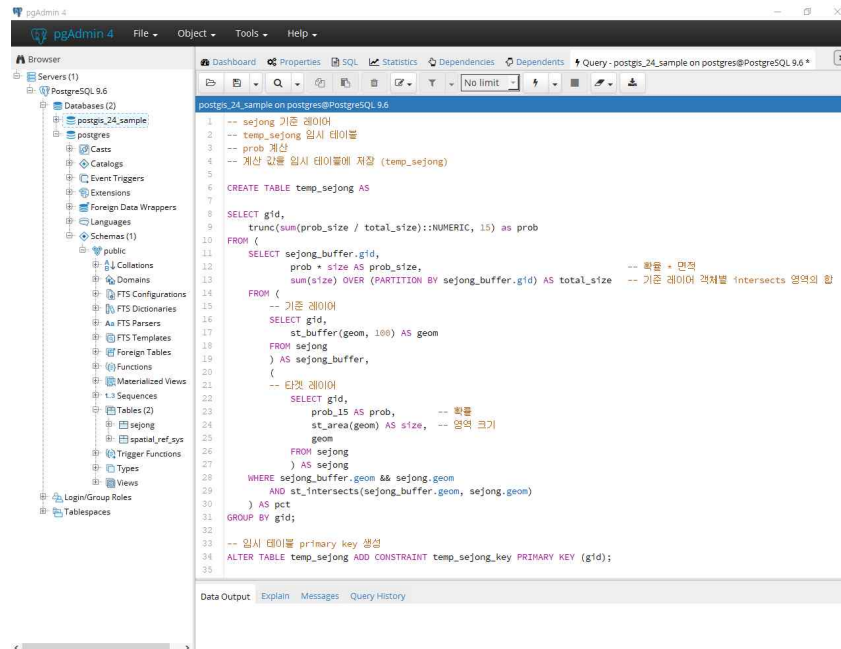


그림 9 CA모형 전이규칙 적용을 위한 공간쿼리(PostgreSQL)

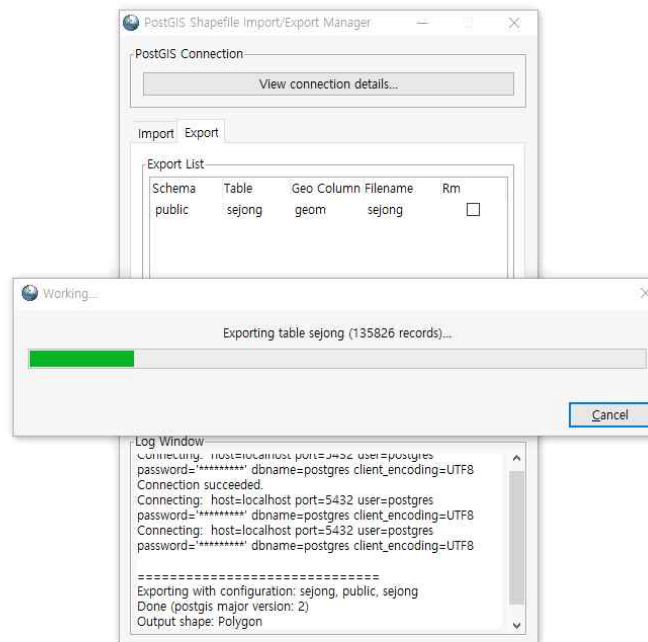


그림 10 CA모형 전이규칙을 적용한 shp파일 추출(Postgis)



### 제3절 신규주택 입지요인 분석

#### 1. 로짓모형 분석 결과

로짓모형 분석은 앞에서 언급한 바와 같이 20개의 독립변수를 설정하고 SPSS 패키지를 활용하여 전진(조건) 방식으로 실시하였다. 분석 결과 최종적으로 유의미한 변수의 계수값을 도출하였다.

먼저, 종속변수를 필지별 개발전환 여부(P1\_12\_15)로 설정하여 분석하였는데, 2012년 말 당시 미개발된 필지가 2015년 말에는 개발된 상태로 전환되었는지 여부로서 해당필지가 개발되었으면 1, 그렇지 않으면 0으로 설정하였다. 전체 분석 대상필지는 세종시 읍면지역의 134,169개 필지이며 개발전환된 필지 즉 값이 1인 종속변수의 개수는 4,723개이다.

표 26 로짓모형 분석결과(2012~2015년, 개발필지로 전환)

독립변수	계수	독립변수	계수
slp_12 (경사도)	0.015***	ldst_12 (문화체육시설과의 최단거리)	-0.001**
alt_12 (표고)	-0.005***	idst_12 (관내 산업단지와의 최단거리)	0.000***
cdst1_12 (기개발필지와 최단거리)	-0.083***	popdnt_12 (읍면별 인구밀도)	0.108***
cdst4_12 (지역중심(읍면사무소)과 거리)	0.001***	lprice_12 (개별공시지가)	-0.002***
tdst_12 (철도역과의 최단거리)	0.000***	lpr_12_17 (개별공시지가 변동율)	0.094***
bdst_12 (버스정류장과의 최단거리)	-0.003***	zoning_12 (용도지역 더미)	0.365***
mdst_12 (의료시설과의 최단거리)	-0.001***	상수	-3.186***

유의확률 p<0.05 : \* p<0.01 : \*\* p<0.001 : \*\*\*

로짓모형 분석결과, 상수를 제외하고 총 13개의 변수가 유의한 것으로 도출되었다. 모형 계수 전체 테스트에서 카이제곱값이 510.658, 유의확률  $p=0.000$ 으로 나타나 독립변수가 투입된 모델이 보다 적합한 모델이라 판정할 수 있으므로 설정한 로짓모형이 적합함을 알 수 있다.

경사도 변수의 계수값은 0.015로서 경사도가 높을수록 개발전환이 이루어질 가능성이 더 높은 것으로 나타났다. 이는 주로 비도시지역으로 이루어진 읍면지역에 구릉지 개발이 많은 특성에 기인한 결과이긴 하나 한편으로는 임야 등을 중심으로 난개발 양상이 전개되고 있다는 점도 원인이라고 할 수 있다. 개발전환된 4,723개의 필지 중에 임야인 필지는 715개로 15.1%에 이르는 것으로 나타났다. 2017.12.2일 기준의 연속지적도상 지목인 점을 감안하면 허가당시는 임야 비율이 더 높았을 것으로 예상된다. 지역중심지인 관할 읍면사무소와의 거리 변수의 계수값은 0.001로서 읍면사무소와의 거리가 멀수록 오히려 개발전환이 이루어질 가능성이 더 높은 것으로 나타났다. 읍면지역의 경우 지역중심지와의 거리가 개발입지 선정시 큰 고려요소가 아님을 알 수 있다. 버스정류장과의 최단거리 변수의 계수는 -0.003으로 도출되었는데 읍면지역의 경우에도 버스정류장과의 거리는 개발입지 선정시 고려사항임을 알 수 있다. 읍면지역 내 인구유입 및 활성화를 위해서는 대중교통 확충이 필요한 과제임을 가늠할 수 있다. 의료시설 및 문화체육시설과의 거리 변수의 계수도 음의 값을 나타냈다. 읍면지역 내 개발입지 선정시 기본적인 편의시설과의 접근성이 중요함을 알 수 있다. 읍면별 인구밀도 변수의 계수가 0.108임을 볼 때 기존에 인구가 밀집된 곳에 개발하려는 경향이 있음을 알 수 있다. 개별공시지가 변수는 -0.002임에 반해 개발공시지가 변동율 변수는 0.094임을 볼 때, 지가가 낮으면서 지가 상승률이 높을수록 개발될 가능성이 높아짐을 알 수 있다. 이로 인해 지가가 낮은 개발억제지역이 도리어 개발대상지로 선택되는 상황이 초래되는 것으로 보인다. 개발억제지역을 나타내는 용도지역 더미 변수가 0.365로서 양의 값으로 나타난 것을 볼 때에도

그러한 경향성을 알 수 있다. 이는 비도시지역의 계획적 관리를 강화할 필요가 있음을 보여준다.

다음으로는, 종속변수를 필지별 주택개발전환 여부(P1h\_12\_15)로 설정하여 분석하였다. 2012년 말 당시 미개발된 필지가 2015년 말에는 주택이 개발된 상태로 전환되었는지 여부로서 해당필지가 주택으로 개발되었으면 1, 그렇지 않으면 0으로 설정하였다. 전체 분석 대상필지는 세종시 읍면 지역의 134,169개 필지, 주택으로 개발전환된 필지 즉 값이 1인 종속변수의 개수는 2,104개이다.

**표 27 로짓모형 분석결과(2012~2015년, 주택개발필지로 전환)**

독립변수	계수	독립변수	계수
cdst1_12 (기개발필지와 최단거리)	-0.140***	idst_12 (관내 산업단지와의 최단거리)	0.001***
cdst2_12 (기주택개발필지와 최단거리)	-0.028***	lpr_12_17 (개별공시지가 변동율)	0.104***
mdst_12 (의료시설과의 최단거리)	-0.001***	zoning_12 (용도지역 더미)	0.579***
ldst_12 (문화체육시설과의 최단거리)	-0.002***	상수	-4.508***
wdst_12 (사회복지시설과의 최단거리)	0.001***		

유의확률 p<0.05 : \* p<0.01 : \*\* p<0.001 : \*\*\*

로짓모형 분석결과, 상수를 제외하고 총 8개의 변수가 유의한 것으로 도출되었다. 모형 계수 전체 테스트에서 카이제곱값이 877.317, 유의확률 p=0.000으로 나타나 독립변수가 투입된 모델이 보다 적합한 모델이라 판정할 수 있다. 또한 Hosmer와 Lemeshow 검정 결과 유의확률이 0.104로 도출되어 0.05보다 크게 나타났으므로 실제 관측된 확률값과 로짓모형에 의해 추정된 기댓값이 차이가 없다는 귀무가설을 기각하지 못한다. 이에 설정한 로짓모형이 적합함을 알 수 있다.

앞에서 분석한 전체용도에 대한 개발전환 분석시와 다른 점은 기주택 개발필지와 최단거리 변수가 유의하게 나타나고 계수값이  $-0.028$ 이라는 것이다. 이는 주택 개발시 기존에 주택이 있는 곳 인근에 입지하고자 하는 경향이 있음을 보여준다. 사회복지시설과의 최단거리 변수 값이  $0.001$ 로 도출되었다. 요양원 등 사회복지시설이 주거환경에 부정적 영향을 미치는 것으로 인식하기 때문인 것으로 보인다. 관내 산업단지와 최단거리 변수의 계수 값은  $0.001$ 로 나타났다. 이는 산업단지가 고용 접근성의 의미를 지니고 있긴 하나 주거환경에는 부정적 영향이 미치기 때문에 산업단지와는 이격하여 주택을 개발하고자 하는 경향이 나타난 것으로 보인다. 전체 용도에 대한 개발전환 분석시와는 달리 버스정류장과의 최단거리 변수는 유의하지 않은 것으로 나타났다. 이는 주택 입지 선정과 관련하여 대중교통 접근성을 중요하게 고려하지 않음을 보여준다. 비도시지역 일수록 대중교통보다는 자가용 의존도가 높기 때문일 것으로 보인다.

## 2. 미래 개발입지 총면적 추정

CA모형을 이용하여 주택확산을 예측하기 위해서는 미래의 총 개발 수요 즉, 미래의 주택개발 입지 총면적을 설정해야 한다. CA모형의 전이 규칙에 따라 근린효과를 반복적으로 적용하게 되면 각 필지의 개발전환 확률은 계속 높아지게 될 것이다. 일정 수준 이상의 개발전환 확률을 가진 필지가 미래에 개발된다고 예측하게 될 것이므로 이 과정에서 미래의 개발 입지 총면적이 설정되어야 한다.

미래의 개발 입지 총면적과 주택개발 입지 총면적을 설정하기 위해 세종시 주민등록인구통계상 인구증가율과 2030 세종도시기본계획상 계획 인구를 활용하였다. 세종시는 주민등록인구통계상 2012년말 115,388명에서 2017년말 284,225명으로 5년간 2.46배가 증가하였다. 이러한 급격한 인구

증가 양상을 반영하여 통계청도 장래인구추계에서 세종시의 인구가 2020년에 377,391명, 2025년에 428,161명, 2030년에 472,914명으로 증가할 것으로 예상하였다. 그러나 이러한 증가치는 지금까지 신도시 건설에 기인한 것으로 보인다.

신도시 내에 공동주택이 지속적으로 건설됨에 따라 주변지역 인구를 강하게 흡수하고 있어 세종시 읍면지역의 인구는 정체상태를 보이고 있다. 세종시 읍면지역의 인구는 2012년 말에 97,109명에서 2013년 말에 100,384명까지 증가하였으나 2017년 말에는 98,269명까지 감소하였다. 지난 5년간(2012~2017년) 읍면지역의 1.19%이며 연평균 인구증가율은 0.24%로 나타난다.

**표 28 세종시 주민등록인구 현황**

구 분	'12년 말	'13년 말	'14년 말	'15년 말	'16년 말	'17년 말
소 계	115,388명	124,615명	158,844명	214,364명	246,793명	284,225명
읍면지역	97,109명	100,384명	99,746명	97,007명	100,140명	98,269명
동지역(신도시)	18,279명	24,231명	59,098명	115,357명	146,653명	185,956명

출처 : 세종특별자치시 세종통계(<http://www.sejong.go.kr/stat.do>)

현재 읍면지역 내 신규개발 수요에 비해 인구증가율이 낮은 것을 볼 때 지금까지의 개발수요는 가수요적인 측면이 존재하는 것으로 보인다. 그러나 향후에 신도시 건설이 마무리되어가는 2020년 이후에는 인구 유입이 신도시 주변의 읍면지역까지 확대될 것으로 예상된다.

이에, 미래의 개발 입지 총면적과 주택개발 입지 총면적 산출시 각기 다른 기준을 적용하고자 한다. 미래의 개발 입지 총면적의 경우 전체 용도를 포함하고 있으므로 2012년~2017년간 읍면지역의 연평균 인구

증가율을 기초로 하고 주택개발 입지 총면적의 경우 향후 2030 세종도시 기본계획상 읍면지역 계획인구를 기초로 하였다.

**표 29 세종시 장래인구 추정치(장래인구추계, 계획인구)**

구 분		2020년	2025년	2030년
장래인구추계	소 계	377,391명	428,161명	472,914명
계획인구	소 계	416,000명	544,000명	800,000명
	읍면지역	116,000명	144,000명	300,000명
	동지역(신도시)	300,000명	400,000명	500,000명

출처 : 장래인구추계 - 통계청 국가통계포털(자료갱신일 2017.6.15., 중위추계 기준)  
 계획인구 - 2030 세종도시기본계획(세종특별자치시, 2014.2)

2012~2017년의 인구 및 개발면적 현황을 기초로 상대성장모형을 활용하여 2020년, 2025년, 2030년의 개발 입지 총면적과 주택개발 입지 총면적을 추정하였다. 인구와 도시 영역 사이의 관계를 모형화한 상대성장(relative growth 또는 allometry) 이론에 따르면 양자의 관계를 다음과 같이 정의할 수 있다(정재준, 2004).

$$\text{도시면적} = a \times (\text{도시인구})^b \quad (15)$$

도시면적과 도시인구 자료의 개수가 충분히 많을 경우에는 회귀모형 분석을 통해 a, b 값을 추정할 수 있으나 세종시의 경우 출범한지 5년에 불과하며 읍면지역의 경우 인구가 정체되어 있어 회귀모형을 적용하기에는 한계가 있다. 이에, 2012년과 2017년 2개 년도의 인구와 개발면적 현황을 토대로 a, b 값을 산출하였다. 개발 입지 총면적과 주택개발 입지 총면적은 상대성장모형을 통해 추정한 값과 취득자료를 통해 산정된 값을 비교함으로써 분석을 진행한다. 취득자료에서의 개발 입지 총면적과 주택

개발 입지 총면적은 세종시 연속지적도(2017.12.2.)를 기준으로 개발되었다고 인정되는 필지의 shp파일 도형면적의 합계로 산정하였는데 개별 필지에 건축허가가 이루어졌거나 수치지형도상 건축물도형과 공간적으로 중첩된 필지는 개발된 필지로 간주하였다.

**표 30 상대성장모형 계수 산출**

구 분		2012년	2017년	a	b
읍면지역	주민등록인구	97,109명	98,269명		
	개발 총면적	73.635km <sup>2</sup>	80,916km <sup>2</sup>	$1.8482 \times 10^{-32}$	7.9403
	주택개발 총면적	38.784km <sup>2</sup>	38.855km <sup>2</sup>	6,664,343.9	0.1533

출처 : 주민등록인구 - 세종특별자치시 세종통계(<http://www.sejong.go.kr/stat.do>)

도출된 상대성장모형 계수값을 이용하여 추정한 2020년, 2025년, 2030년의 개발 입지 총면적과 주택개발 입지 총면적은 다음과 같다.

**표 31 세종시 장래 개발면적 추정(상대성장모형 활용)**

구 분		2020년	2025년	2030년	적용 인구
읍면지역	개발 입지 총면적	85.626km <sup>2</sup>	94.092km <sup>2</sup>	103.395km <sup>2</sup>	읍면지역 연평균('12~'17년) 인구증가율(0.23%) 적용
	주택개발 입지 총면적	39.857km <sup>2</sup>	41.200km <sup>2</sup>	46.109km <sup>2</sup>	2030 세종도시기본계획상 계획인구 적용

## 제4절 신규주택 확산 예측

### 1. 셀룰라 오토마타 모형의 성능 검증

CA모형을 적용하여 예측한 개발확산 결과가 현실의 개발현황과 얼마나 일치하는지 검증하였다. 2012~2015년 현황자료를 이용한 로짓모형 분석을 통하여 2015년 필지별 개발확률을 추정하였다. 이 개발확률을 기초값으로 하여 CA모형을 1회 적용하여 그 결과를 2017년 개발현황과 비교함으로써 CA모형의 성능을 검증하였다. 네이버후드의 공간적 범위에 따른 모형 성능 변화를 확인하기 위해 50m, 100m의 두 경우의 버퍼 거리를 적용하였다. 개발시 일정면적 확보가 필요함을 고려하여 면적 50m<sup>2</sup> 이상의 필지 중에서 개발예측 필지를 선정하였다.

표 32 CA모형 성능 검증(개발 입지)

구 분		네이버후드 거리		비 고
		50m	100m	
읍면 지역	개발전환 최소확률	0.7405 (9,796개 필지)	0.7140 (9,536개 필지)	'12~'17년 개발전환 현황 : 11.41km <sup>2</sup> (5,375개 필지)
	일치율 (필지수 기준)	19.1% (1,029개 필지)	19.1% (1,024개 필지)	현황 필지(5,375개) 대비 일치율
	확대일치율1 (필지수 기준)	38.1% (2,059개 필지)	38.4% (2,077개 필지)	현황 필지(5,375개)와 교차(intersect) 비율
	확대일치율2 (필지수 기준)	49.1% (2,644개 필지)	49.8% (2,675개 필지)	현황 필지(5,375개)와 10m 이내 근접 비율
	확대일치율3 (필지수 기준)	58.3% (3,133개 필지)	58.5% (3,147개 필지)	현황 필지(5,375개)와 20m 이내 근접 비율



CA모형의 분석 결과와 2017년의 개발현황을 비교하여 일치율을 조사한 결과 실제 개발된 필지를 적중한 비율은 필지수 기준으로 19.1%로 나타났다. 네이버후드 거리 50m와 100m 경우가 유사했다. 본 연구가 필지를 기반으로 한 미시적 분석인 만큼, 개발필지 적중률이 다소 낮게 나타나는 한계점을 보이고 있다.

성장관리방안 수립 등 정책 수립시에는 개발필지의 적중률보다는 개발 확산 양상을 얼마나 유사하게 예측해내느냐가 중요하므로 CA모형을 통해 예측된 개발필지가 실제 개발된 필지의 인근에 위치하는 정도를 나타내는 확대일치율을 조사할 필요가 있다. CA모형을 통해 예측된 개발필지가 개발전환 현황 필지와 20m 이내 근접하는 비율인 확대일치율3을 조사한 결과 네이버후드 거리가 50m일 경우에는 58.3%, 100m일 경우에는 58.5%로 도출되었다. 50% 이상의 확대일치율을 보이는 만큼, 향후 성장관리지역 지정 검토시 현 성장관리방안수립지침의 설정기준과 함께 보완적으로 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

## 2. 셀룰라 오토마타 모형의 실행 결과

세종시 읍면지역 전체에 대하여 CA모형을 3회 반복 적용하여 2020년, 2025년, 2030년의 개발 확산을 예측하였다. 상대생장이론을 통해 산출한 각 목표년도별 개발 입지 총면적을 만족하는 개발전환 최소확률값을 구하고 최소확률값 이상의 필지를 해당 목표년도에 개발되는 필지로 간주하였다. 기개발필지는 개발필지로 간주하였고 신규개발필지는 개발시 일정면적 확보가 필요함을 고려하여 면적 50m<sup>2</sup>의 필지 중에서 선정하였다.

네이버후드 거리 50m, 100m 각각에 대하여 CA모형을 적용하였다. 네이버후드의 거리를 더 길게 설정할수록 CA모형을 반복 적용함에 따른 필지별 개발확률의 증가속도가 더 빠르며 공간적 확산의 범위가 더 넓게

나타나는 경향을 보인다. 신규개발필지를 대상으로 네이버후드 거리 50m와 100m간 CA모형 적용 결과의 일치율을 조사하였다. 1회 적용시 72.2%, 2회 적용시 78.6%, 3회 적용시 82.1%를 나타내었다. 전이규칙을 반복적용함에 따라 개발확률이 높아지고 신규 개발필지수도 많아지면서 일치율이 증가함을 알 수 있다.

표 33 CA모형 적용 결과(3회 실시 / 세종시 읍면지역 / 개발 입지)

구 분		개발 예측		비 고 (상대성장모형상 개발 입지 총면적)
		개발전환 최소확률	개발 입지 총면적(필지수)	
근린 거리 50m	1회 적용 (2020년)	0.7309	85.623km <sup>2</sup> (51,140개 필지)	85.626km <sup>2</sup>
	2회 적용 (2025년)	0.7861	94.092km <sup>2</sup> (57,205개 필지)	94.092km <sup>2</sup>
	3회 적용 (2030년)	0.7928	103.392km <sup>2</sup> (63,215개 필지)	103.395km <sup>2</sup>
근린 거리 100m	1회 적용 (2020년)	0.7067	85.619km <sup>2</sup> (50,817개 필지)	85.626km <sup>2</sup>
	2회 적용 (2025년)	0.7887	97.071km <sup>2</sup> (56,669개 필지)	94.092km <sup>2</sup>
	3회 적용 (2030년)	0.8166	103.404km <sup>2</sup> (62,517개 필지)	103.395km <sup>2</sup>

표 34 네이버후드 거리에 따른 CA모형 적용 결과 비교

구 분		네이버후드 거리 100m			비 고
		추가개발필지수 (‘15년 기준)	일치 필지수* (기개발 제외)	일치율	
읍면 지역	1회 적용 (2020년)	9,821개	7,094개	72.2%	*네이버후드 50m와 일치 필지수 기개발필지 (‘15년기준) 40,966개
	2회 적용 (2025년)	15,703개	12,340개	78.6%	
	3회 적용 (2030년)	21,551개	17,693개	82.1%	

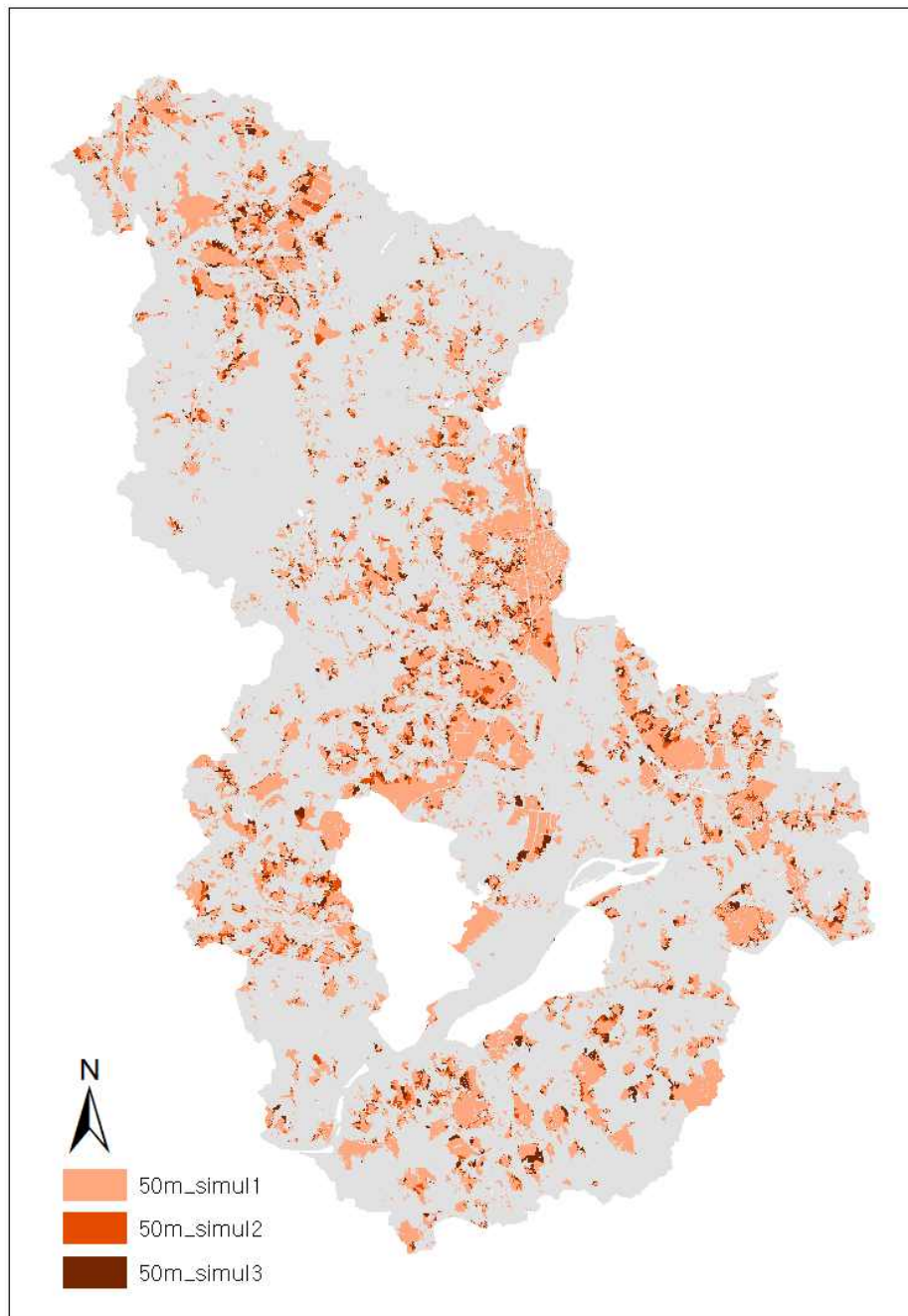


그림 11 개발확산 예측(네이버후드 거리 50m)

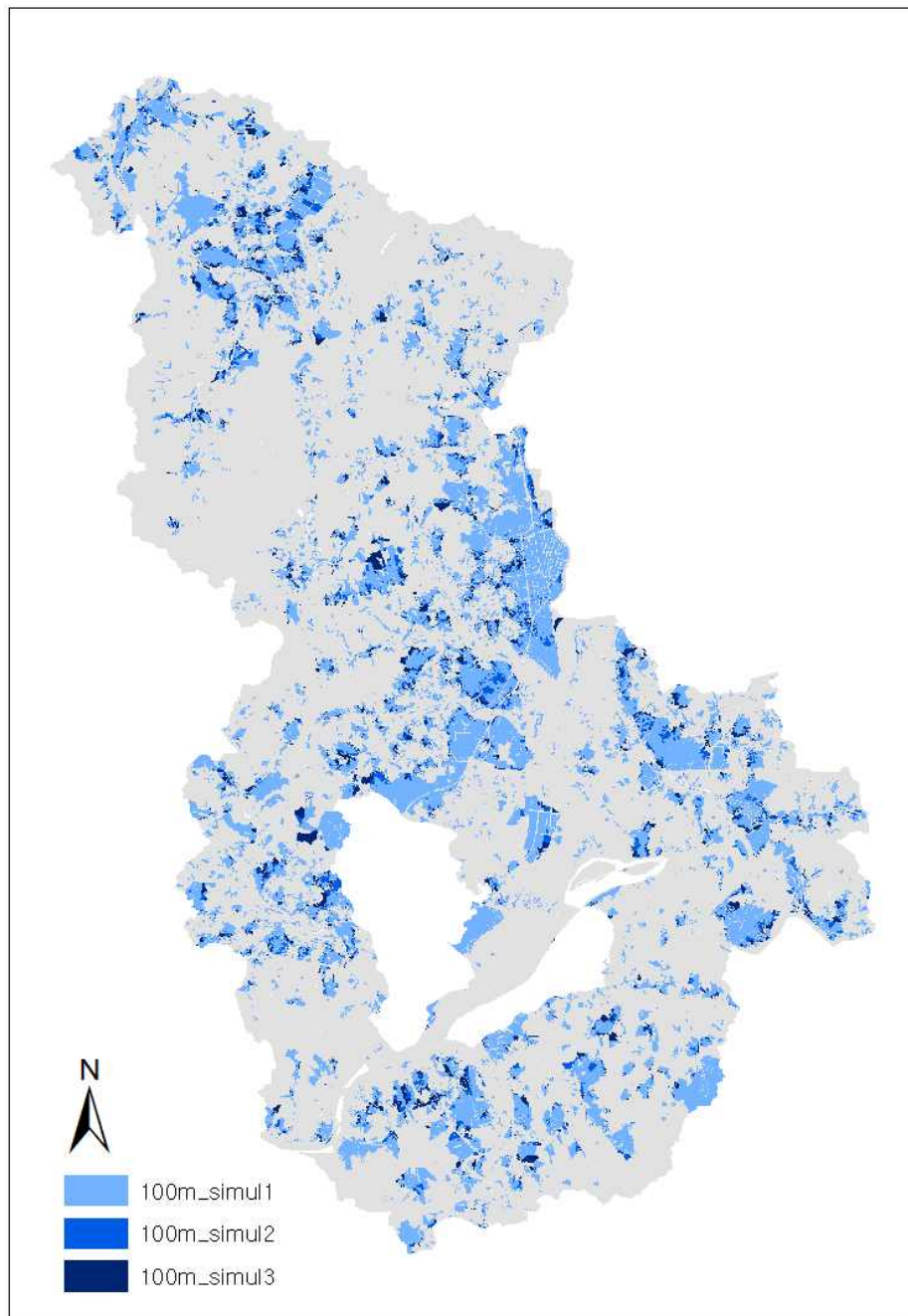


그림 12 개발확산 예측(네이버후드 거리 100m)

표 35 목표년도별 개발확산 예측(네이버후드 거리 50m)

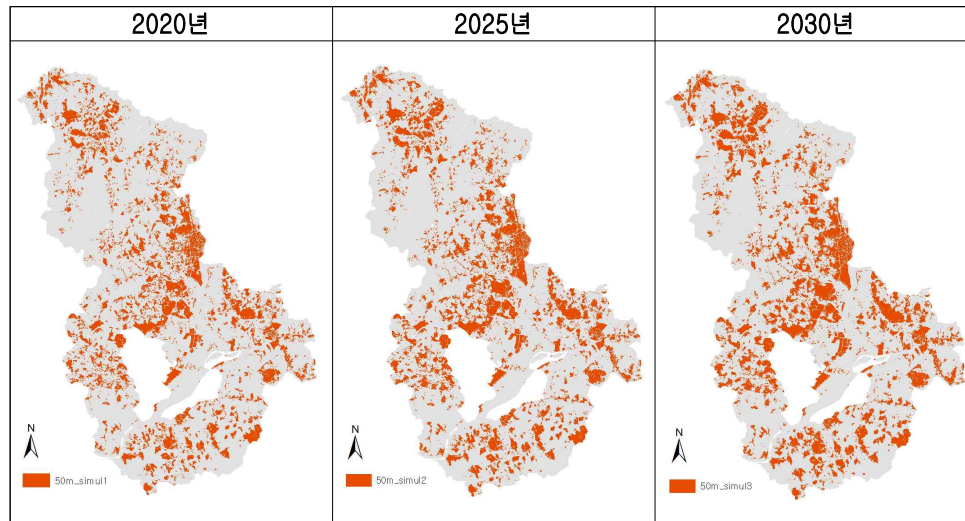
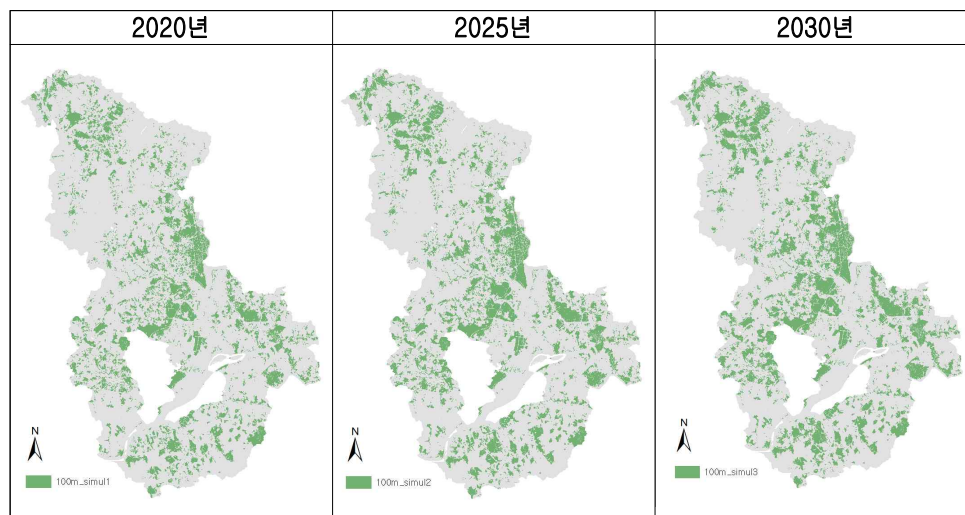


표 36 목표년도별 개발확산 예측(네이버후드 거리 100m)



## 제5절 소결

CA모형을 통해 주택 등 개발확산 예측을 실시하기 위해서는 분석의 기초단위인 각 필지의 개발전환 확률의 기초값이 필요하므로 자연환경요인, 인문환경요인, 제도적 요인 등 20개의 입지요인 변수로 구성된 로짓모형을 이용하여 각 필지의 개발전환 확률의 기초값을 산출하였다.

필지를 기초단위로 설정한 CA모형을 활용하여 세종시 읍면지역의 개발 입지 확산을 예측하였다. 세종시 읍면지역의 필지를 대상으로 CA모형의 전이규칙을 적용하기 위해서는 GIS를 활용한 공간적 연산이 요구된다. 이에 연산속도를 극대화하고자 PostgreSQL과 PostGIS를 활용하여 DBMS(database management system)를 통한 공간쿼리방식으로 연산을 진행하였다. 또한 상대성장모형을 활용하여 목표년도인 2020년, 2025년, 2030년의 개발 입지 총면적과 주택개발 입지 총면적을 추정하였다.

CA모형을 적용하여 예측한 개발확산 결과가 실제 개발현황과 얼마나 일치하는지 검증하였다. 2012~2015년 현황자료를 이용한 로짓모형 분석을 통하여 2015년 필지별 개발확률을 추정하였다. 이 개발확률을 기초값으로 하여 CA모형을 1회 적용하여 그 결과를 2017년 개발현황과 비교함으로써 CA모형의 성능을 검증하였다. CA모형의 분석 결과와 2017년의 개발현황을 비교하여 일치율을 조사한 결과 미시적 분석인 만큼, 개발 필지 적중률이 다소 낮게 나타나는 한계점을 보였으나 CA모형을 통해 예측된 개발필지가 개발전환 현황 필지와 20m 이내 근접하는 비율인 확대 일치율을 조사한 결과 50% 이상의 확대일치율을 나타내었다.

세종시 읍면지역 전체에 대하여 CA모형을 3회 반복 적용하여 2020년, 2025년, 2030년의 개발 확산을 예측하였다. 네이버후드 50m, 100m 각각의 경우를 별도로 예측하였다. 상이한 네이버후드의 거리 간 일치율은 1회 적용시 72.2%에서 3회 적용시 82.1%로 증가하였다.

## 제4장 성장관리방안 정책수단의 영향력 분석

### 제1절 연구 가설

#### 1. 가설 설정

성장관리방안은 우리나라에서 제도의 명칭을 법률상 ‘성장관리’로 규정하여 시행하는 최초의 정책사례이며 비도시지역의 계획적 관리를 위해 마련된 최선의 정책으로서 성장관리방안이 안정적으로 정착하는 것은 국토의 계획적 관리를 위해 중요하다고 생각된다. 성장관리방안은 기존의 성장관리 관련 정책들이 대부분 성공적이지 못했다는 평가 속에서 마련된 정책이기에 현재 문제가 되고 있는 비도시지역의 공장, 주택 등 난개발에 성공적으로 대응하는데 긴요하게 활용되어야 할 것이다.

이에 본 연구에서는 세종시의 시행사례를 바탕으로 성장관리방안의 주요 정책수단의 영향력을 검증함으로써 성장관리방안의 실효성 제고를 위한 정책적 시사점을 도출하고자 다음과 같은 가설을 설정하였다.

#### 1) ‘용적률 인센티브의 효용성’ 관련 가설

비도시지역 성장관리방안의 인센티브는 정책적 목적을 이루는데 효과가 있을까?

가설 1. 비도시지역 내 단독주택 개발과 관련, 성장관리방안의 용적률 인센티브는 영향력이 없다.

본 연구에서의 용적률 인센티브는 성장관리방안수립지침에 의해 세종시 성장관리방안에서 제시하는 용적률 인센티브를 의미한다. 성장관리지역

내 계획관리지역의 개발행위에 대하여 개발자가 기반시설계획 등의 계획 유도 항목과 경관 및 환경계획 등의 친환경 항목을 충족할 경우 상한 용적률 범위 내에서 용적률을 완화받게 된다. 성장관리지역으로 지정된 계획관리지역에 한하여 법정 최고용적률 100%에서 25%를 추가한 상한 용적률 125%까지 부여되는 인센티브 규정이다. 성장관리방안의 용적률 인센티브는 개발자들이 다소 부담이 될 수 있는 동 방안의 계획내용을 준수하면서도 성장관리지역 내에서 개발을 하도록 유도하려는 목적이 있는 것으로 판단된다.

비도시지역에 입지하는 주택은 단독주택이 주를 이루며 단독주택은 세종시 비도시지역 난개발의 주원인이 되는 용도이기도 하다. 전원적 경관과 자연환경의 근접성 등을 누리하고자 비도시지역에 단독주택 형태로 주택을 지어 입주하는 경우가 많다. 단독주택은 그리 높은 용적률과 건폐율이 필요하지 않는데 세종시가 성장관리방안을 시행한 후 용적률, 건폐율 인센티브를 부여받고자 신청한 사례가 흔치 않은 상황이 이를 나타내고 있다. 이처럼 인센티브에 대한 수요가 적은 이유는 고밀개발 수요가 적은 비도시지역의 지역적 특성에 기인한다고 볼 수 있다. 이에, 비도시지역 내 단독주택 개발과 관련하여 성장관리방안의 용적률 인센티브는 영향력이 없다는 가설을 설정하게 되었다.

## 2) '성장관리방안의 규제유형별 효율성' 관련 가설

비도시지역의 미시적 성장관리정책인 성장관리방안의 규제수단으로서 물리적 규제와 시간적 규제 중에 어느 것이 효과가 클까?

가설 2. 중대규모개발자(2,500m<sup>2</sup> 이상 개발자)에게는 시간적 규제(쪼개기 개발 방지 규정)의 영향력이 물리적 규제의 영향력보다 크다.



가설 3. 소규모개발자(2,500㎡ 미만 개발자)에게는 물리적 규제(진입도로 부지 추가 확보, 조정면적 확대)의 영향력이 시간적 규제의 영향력보다 크다.

본 연구에서의 시간적 규제는 세종시 성장관리방안 내용 중 ‘쪼개기 개발 방지’ 규정을 의미하는데 ‘쪼개기 개발 방지’라 함은 미준공 사업지(A) 도로를 진입도로로 이용하여 추가개발(B) 할 경우 사업의 성격 및 소유권과 관계없이 하나의 개발사업(A+B)으로 보고 개발규모로 합산하여 산정하는 방식을 말한다. ‘쪼개기 개발 방지’ 규정은 기반시설 확보 없이 연접하여 허가를 넓혀가는 행태를 규제하기 위한 것으로 개발규모 합산을 통해 도시계획위원회 심의(보전관리, 2,500㎡ 이상)를 거치도록 한다. 기존 허가를 조속히 준공하여 기반시설을 확보하도록 유도함으로써 지형이 훼손된 채 방치된 허가부지가 조속히 조성되도록 하고 분양 목적의 개발자들의 개발속도를 늦추는 한편 쪼개기 개발의 사업성을 하락시켜 집단화된 계획적 개발로 유도하고자 하는 목적이 있다.

물리적 규제는 세종시 성장관리방안 내용 중 기반시설(도로, 조정) 부지 확보 규정을 말한다. 도로계획선에 따라 폭 6m 이상의 진입도로가 확보 되도록 개발자로 하여금 토지 일부를 내놓거나 직접 조성케 하는 사항과 산지를 개발하거나 660㎡ 이상의 산지 아닌 곳을 개발시 대지면적의 5% 이상은 의무적으로 조경을 실시하도록 하는 사항이다. 향후 공공에서 도로 개설(6m 이상)을 용이하게 할 수 있도록 도로부지를 우선 확보하고 일정 면적에 대한 조경을 의무화하여 산지개발지 등의 경관 제고를 도모함을 목적으로 한다.

분양을 목적으로 개발하는 민간사업자가 주를 이루고 있을 것으로 예상되는 중대규모개발자에게는 신속한 비용회수 즉 이익실현이 중요하다. 기반시설 확보에 비용이 다소 많이 들어가더라도 그 비용은 분양가에 반영하면 된다. 적정하게 기반시설을 확보할수록 토지의 가치는 높아질 것이

기에 분양하는 개발사업자 입장에서는 적정수준의 기반시설 확보비용은 심각한 위협으로 작용하지는 않을 것이다. 중대규모개발자에게는 인허가가 신속히 완료되는 것이 사업성공의 매우 중요한 지점일 것이므로 시간적 규제를 적용받아 인허가의 불확실성이 커지고 개발기간이 길어지게 되면 사업성이 낮아지게 된다. 이에 대지조성사업과 같이 집단화된 규모의 계획적 방식의 개발을 하려고 유도될 것이며 처음부터 적절한 기반시설을 확보하면서 사업을 추진하게 될 것이다.

즉, 중대규모개발자의 경우 물리적 규제를 통한 기반시설 확보 정책에 대해서는 조속한 인허가를 위해 적극 수용하는 형태의 반응을 나타내게 될 것으로 예상된다. 시간적 규제에 대해서는 인허가 지연에 따른 사업성공의 불확실성, 금융비용의 압박 등으로 인해 계획적 개발로 유도하고자 하는 시의 정책방향에 부합되게 움직이거나 아예 개발을 하지 않게 될 것이다. 이에 중대규모개발자(2,500㎡ 이상 개발자)에게는 시간적 규제(쪼개기 개발 방지 규정)의 영향력이 물리적 규제의 영향력보다 크다는 가설 2를 설정하게 되었다.

실수요자가 위주일 것으로 예상되는 소규모개발자는 주로 자신의 거주를 목적으로 할 것이므로 한 채의 주택을 짓는 경우가 대부분일 것이다. 이에 기반시설을 추가로 확보토록 하는 물리적 규제를 가하게 되면 느끼는 부담이 클 것이므로 아예 그러한 규제가 적용되는 성장관리지역 내에 입지하려 들지 않거나 기반시설 추가부담이 적은 다른 입지를 찾을 가능성이 크다. 즉 물리적 규제의 효과가 클 것으로 예상된다.

실수요자 위주로 이루어진 소규모개발자의 경우 두 채 이상의 주택을 짓는 경우가 적으며 기존에 허가된 부지에 연접하여 주택을 건립하려고 하는 경우 기허가지의 진입도로 등이 준공될 때까지 기다려야 하는 상황이라면 기다릴 가능성이 높다. 즉 시간적 규제는 소규모개발자에게는 효과가 낮을 것으로 생각된다. 이에, 소규모개발자(2,500㎡ 미만 개발자)에게는

물리적 규제(진입도로부지 추가 확보, 조경면적 확대)의 영향력이 시간적 규제의 영향력보다 크다는 가설 3을 설정하게 되었다.

## 2. 가설에 대한 이론

### 1) 용적률 인센티브의 효용성

개발사업자가 단독주택을 건설·분양하는 경우, 개발이익과 용적률의 관계를 살펴보면

먼저, 용적률이 올라갈수록 건설비용측면에서 규모의 경제성을 확보하므로 평당 원가는 하락한다. 이에 단독주택의 평당 건설 원가와 용적률은 반비례한다고 할 수 있다.

$$C = \frac{\alpha}{F} \quad (15)$$

$C$  : 평당 건설 원가     $F$  : 용적률     $\alpha$  : 계수

또한 용적률이 올라갈수록 단독주택의 주거환경이 악화되므로 평당 분양가는 하락한다. 이에 단독주택의 평당 분양가와 용적률은 음의 상관관계를 가진다고 할 수 있다.

$$S = f(F) \quad (16)$$

$S$  : 평당 분양가     $F$  : 용적률

개발자의 평당 개발이익은 평당 분양가에서 평당 원가를 뺀 값으로 정의할 수 있으므로

$$P = S - C \quad (17)$$

$P$  : 평당 개발이익  $S$  : 평당 분양가  $C$  : 평당 건설 원가

위 3가지 식의 관계를 그래프로 표현하면 그림12와 같이 개발이익은 용적률의 이차함수로 예상할 수 있다.

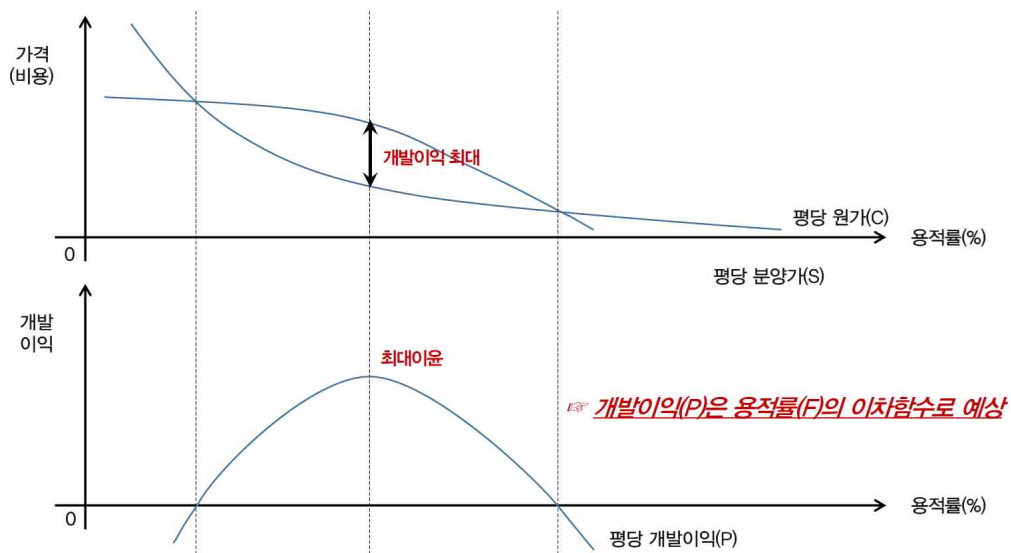


그림 13 가격, 개발이익, 용적률 간 관계

그럼, 용적률과 개발이익간 관계에 대한 대략적 경향을 비도시지역 내 단독주택단지 개발 상황에 더욱 구체적으로 적용해 보자.

개발사업자가 관리지역(보전관리지역, 생산관리지역, 계획관리지역) 내 단독주택단지를 조성(부지정지 및 기반시설 설치)하여 부지를 분양할 경우 성장관리방안의 용적률 인센티브가 적용되면 계획관리지역 내에서 법정 최고용적률인 100%보다 25%를 추가한 상한용적률 125%까지 부여받게 된다.

대체로 토지매입비는 용적률 제공에 비례하는 경향을 보인다.

세종시의 사례를 볼 때, 관리지역의 법정용적률은 보전관리지역과 생산관리지역은 80% 이하, 계획관리지역은 100% 이하이다. 그리고 2017년의 세종시 관리지역의 평균공시지가는 보전관리지역 24,400원/㎡, 생산관리지역 47,800원/㎡, 계획관리지역 80,200원/㎡이다. 관리지역의 법정용적률 증가는 용도지역 변경을 의미하게 된다. 보전관리지역이나 생산관리지역에서의 계획관리지역으로 변경될 경우, 법정용적률은 1.25배(80% → 100%) 증가하며 토지매입비는 1.68배(생산관리지역 기준) ~ 3.29배(보전관리지역 기준) 증가하게 된다. 이에 대체로 토지매입비는 용적률 제공에 비례하는 경향을 보인다고 할 수 있다.

또한 조성된 주택용지 분양가는 대체로 용적률에 비례하는 경향을 보인다. 이는 조성된 주택용지의 분양가격은 용도지역보다는 주거지로서의 입지여건에 많은 영향을 받기 때문일 것이다.

세종시의 사례를 볼 때, 2017년을 기준으로 관리지역 중 대지의 평균 공시지가는 보전관리지역 144,000원/㎡, 생산관리지역 111,600원/㎡, 계획관리지역 191,700원/㎡이다. 즉 용적률이 1.25배(80% → 100%) 증가시, 조성된 주택용지 분양가도 비례하여 1.33배(보전관리지역 기준) 증가하는 현상을 나타내고 있다.

이를 수식으로 표현해 보면

$$\begin{aligned} P &= S - C \\ &= S - (L + D) \\ &= (\alpha \times K \times F) - (\beta \times F^2 + D) \end{aligned} \quad (18)$$

$P$  : 평당 개발이익     $S$  : 평당 분양가     $C$  : 평당 원가

$L$  : 평당 토지매입비     $D$  : 평당 조성비     $\alpha, \beta$  : 계수

$K$  : 입지속성     $F$  : 용적률

비도시지역 내 단독주택의 경우, 개방감 있는 마당을 확보하기 위해 보전관리지역과 생산관리지역의 경우 건폐율 20% 수준에서 2층 이내의 주택을 건설하는 경향이 있다. 이에, 용적률의 경우 40% 수준을 넘기지 않을 것이며 그 이상의 용적률은 필요성이 낮을 것으로 판단된다.

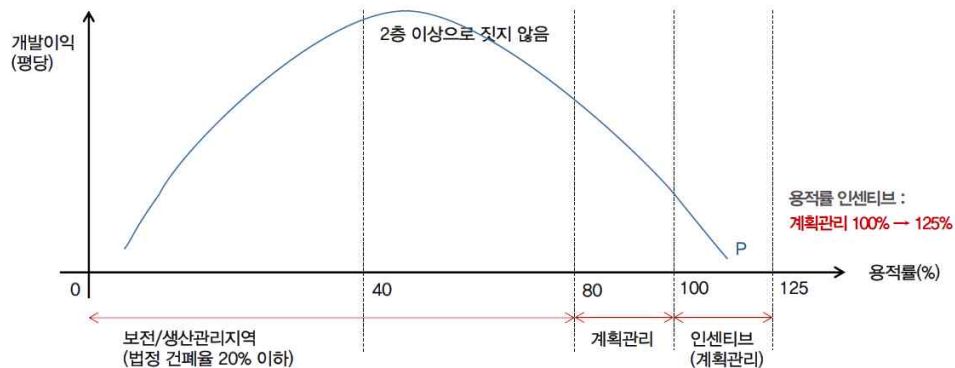


그림 14 개발이익과 용적률 간 관계(단독주택단지)

2012.7월 이후 사용승인된 세종시 관리지역 내 단독주택 중 용적률 40%을 초과한 건이 보전관리지역은 2.8%에 불과(173건 중 5건)하였고, 생산관리지역에는 존재하지 않는 것(67건 중 0건)으로 나타났다.

용적률을 40% 수준을 넘길 경우에는 개발이익이 오히려 감소하는 추세가 발생한다. 개발사업자는 용적률을 늘리고자(100% → 125%) 인센티브를 받을 수 있는 계획관리지역을 개발하기보다는 보전관리지역이나 생산관리지역을 개발함으로써 적정 용적률(40% 수준) 확보를 원할 것이다.

이에, 비도시지역 내 단독주택 개발과 관련하여 계획관리지역에 대하여 부여되고 있는 성장관리방안의 용적률 인센티브(100% → 125%)는 영향력이 없을 것이다.

## 2) 성장관리방안의 규제유형별 효율성

개발사업자가 관리지역(보전관리지역, 생산관리지역, 계획관리지역) 내 단독주택단지를 조성(부지정지 및 기반시설 설치)하여 부지를 분양할 경우, 성장관리방안의 규제유형별 효율성을 살펴보자.

먼저 소규모개발자(SD)와 중대규모개발자(BD)를 구분하는 기준을 개발면적 2,500㎡으로 설정하고자 하는데 그 이유는 다음과 같다.

단독주택용지를 조성할 경우, 가설 1에 따라 부지매입비가 저렴한 보전관리지역을 개발하게 될 것인데, 세종시 도시계획 조례에 의하면 보전관리지역 내 부지면적 2,500㎡ 이상의 개발은 도시계획위원회 심의 대상이 된다. 그러나 도시계획위원회에서는 개발 건에 대하여 안건 부결이나 여러 조건을 부여하는 경향이 있어 개발자는 도시계획위원회 심의를 회피하고자 하는 경향이 강하다.

그럼, 세종시 성장관리방안에서 시행하고 있는 물리적 규제와 시간적 규제가 소규모 개발자와 중대규모개발자에게 미치는 영향에 대해 살펴 보도록 하자.

개발자의 개발이익은 분양이익에서 지급이자를 뺀 값에 성장관리방안의 규제로 인해 발생하는 손실비용을 추가로 뺀 값으로 정의할 수 있다.

$$P = G - I - LD - EC \quad (19)$$

$P$  : 개발이익     $G$  : 분양이익(분양수입-분양원가)

$I$  : 지급이자(금융기관 대출 관련)

$LD$  : 기부채납비용(성장관리방안의 물리적 규제에 따른 손실)

$EC$  : 선행개발비용(성장관리방안의 시간적 규제에 따른 손실, 추가 개발시 적용)

개발면적은  $2,500\text{m}^2$ 로 가정한다. 왜냐하면  $2,500\text{m}^2$ 는 소규모개발자와 필지개발자를 구분하는 기준 면적이기 때문이다. 즉 개발면적은  $2,500 \pm \alpha\text{m}^2$ , (소규모개발자  $2,500 - \alpha$ , 필지개발자  $2,500 + \alpha$ ),  $\alpha \rightarrow 0$ 으로 수렴하는 경우를 가정한다.

이 때 성장관리방안의 물리적 규제에 따른 기부채납비용(LD)은

$$\begin{aligned} LD &= \text{개발면적} 10\% \times \text{단독주택용지 감정가} \\ &= 250\text{m}^2 \times (14.4\text{만원} \times 3) \\ &= 108\text{백만원} \end{aligned} \quad (20)$$

이 때 개발면적 10%를 적용한 것은 성장관리방안에 따른 물리적 규제를 적용받는 면적비율이 평균적으로 성장관리지역 내 필지면적의 9.5%를 차지하는 것으로 나타나기 때문이다. 단독주택용지 감정가는 세종시 보전관리지역 평균 공시지가의 3배를 적용하였다.

또한 성장관리방안의 시간적 규제에 따른 선행개발비용(EC)는

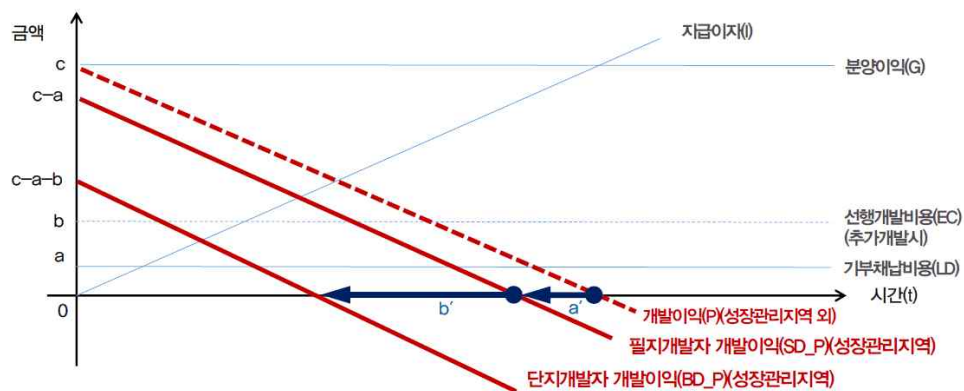
$$\begin{aligned} EC &= \text{주택용지조성비(기반시설)} + \text{단독주택건축비(1개동)} \\ &= (2,500\text{m}^2 \times 20\text{만원/평}) \times (40\text{평} \times 350\text{만원/평}) \\ &= 293\text{백만원} \end{aligned} \quad (21)$$

이 때 선행개발비용은 개발자의 입장에서 최소한의 범위로 설정하였는데 세종시의 개발사례를 토대로 도로 등 기반시설 비용은 평당 20만원을 단독주택 건축비는 40평을 기준으로 평당 350만원으로 설정하였다.

이와 같이 산정할 경우, 선행개발비용(EC)은 기부채납비용(LD)의 약 2.7배에 이르게 된다. 즉  $LD < EC$ 라고 할 수 있다.



성장관리지역 내에서 적용되는 물리적 규제 효과  $a'$ 는 소규모개발자(SD)와 중대규모개발자(BD) 모두에게 적용되고 성장관리지역 내에서 적용되는 시간적 규제 효과  $b'$ 는 중대규모개발자(BD)에게만 적용된다.  $a' < b'$ 임을 알 수 있고 이로 인해 성장관리지역 내에서는 기허가간의 준공을 보다 앞당기도록 유도하는 효과가 나타나게 되며 그 효과는 소규모개발자보다 중대규모개발자에게서 더 크게 나타나는 것을 볼 수 있다.



이를 다시 정리하자면, 소규모개발자는 물리적 규제만 받고 중대규모 개발자는 물리적 규제와 더불어 시간적 규제까지 받으며, 시간적 규제에 따른 비용이 물리적 규제에 따른 비용의 약 2~3배에 해당된다.

142

부지 추가 확보, 조경면적 확대)의 영향력이 시간적 규제의 영향력보다 더 크다고 할 수 있다.

소규모개발자와 중대규모개발자의 구분 기준 면적이 달라진다고 해도 성장관리방안에 의한 시간적 규제 비용과 물리적 규제비용 간 비율은 일정할 것이므로 위의 가설은 항상 참일 것이라 예상된다.

## 제2절 가설 검증

### 1. 가설 검증 방법

가설 1. 비도시지역 내 단독주택 개발과 관련, 성장관리방안의 용적률 인센티브는 영향력이 없다.

인센티브가 영향력이 있었다라면 성장관리방안 시행 이후에 용적률 인센티브를 많이 받는 필지일수록 주택으로의 개발이 더욱 활발했어야 한다. 이는 성장관리방안의 용적률 인센티브는 계획적 개발을 위해 성장관리지역 내로 개발을 유도하고자 하는 목적을 갖고 있기 때문이다.

이에, 로짓모형 분석을 통해 용적률 인센티브의 영향력을 검증하고자 한다. 분석대상은 세종시에서 성장관리방안이 시행된 2016년 8월 1일을 기준으로 세종시 읍면지역 내 미개발된 필지이다. 미개발된 필지라 함은 해당 필지에 건축허가가 이루어지지 않은 필지를 말하며 이러한 필지는 건축물대장 및 건축허가대장상 건축허가가 이루어지지 않았으면서도 수치지형도상 건축물도형과도 공간적으로 중첩되지 않은 필지로 선정하였다.

로짓모형의 종속변수는 성장관리방안이 시행된 2016.8.1.일 이후 주택을 목적으로 건축허가된 필지인지 여부(건축허가 되었으면 1, 건축허가되지 않았으면 0)로 하였으며 독립변수는 각종 입지요인 변수에 용적률 인센티브 부여시 필지별 건축연면적 증가량(단위  $m^2$ ) 등을 포함한 정책변수로 설정하였다. 이 때, 대상 분석기간이 1년 5개월로 다소 짧아 종속변수의 개체수가 너무 적을 경우를 감안하여 주택을 포함한 모든 용도에 대한 건축허가 필지 여부도 종속변수로 함께 고려하고자 한다.

가설 2. 중대규모개발자( $2,500m^2$  이상 개발자)에게는 시간적 규제(쪼개기 개발 방지 규정)의 영향력이 물리적 규제의 영향력보다 크다.

가설 3. 소규모개발자( $2,500\text{m}^2$  미만 개발자)에게는 물리적 규제(진입도로 부지 추가 확보, 조정면적 확대)의 영향력이 시간적 규제의 영향력보다 크다.

성장관리방안의 물리적 규제와 시간적 규제의 영향력에 대한 가설 검증 또한 로짓모형을 활용하고자 한다. 분석대상은 가설 1과 동일하다.

로짓모형의 종속변수는 성장관리방안이 시행된 2016.8.1.일 이후 주택을 목적으로 건축허가된 필지인지 여부(건축허가 되었으면 1, 건축허가되지 않았으면 0)로 하였으며 독립변수는 각종 입지요인 변수에 물리적 규제 변수(단위  $\text{m}^2$ )와 시간적 규제 변수(더미)를 포함한 정책변수를 추가하여 설정하였다. 이 때, 대상 분석기간이 1년 5개월로 다소 짧아 종속변수의 개체수가 너무 적을 경우를 감안하여 주택을 포함한 모든 용도에 대한 건축허가 필지 여부도 종속변수로 함께 고려하고자 한다.

물리적 규제 변수는 성장관리방안에 따른 진입도로 부지 확보 및 조정면적 확대 규정으로 기존 필지에서 개발하지 못하게 되는 면적으로 설정하였으며, 시간적 규제 변수는 성장관리방안에 따른 시간적 규제를 적용 받는 필지인지 여부(해당되면 1, 해당되지 않으면 0)를 나타내는 더미 변수로 설정하였다.

성장관리방안에 따른 시간적 규제를 적용 받는 필지의 선정 방법은 다음과 같다. 연접개발을 위한 연속적 건축허가에 3개월 정도 소요(건축허가 서류 작성 및 건축허가 신청 준비에 통상 1~2개월이 소요되고 건축허가 신청 후 허가까지 통상 1~2개월 소요)됨을 고려하여 성장관리방안이 시행된 2016년 8월 1일 이후 분기(3개월) 단위로 기간을 구분하여 각 기간별 건축허가된 필지의 연접필지를 선정하는 방식으로 하였다. 이렇게 선정된 연접필지는 기허가 필지로 인해 시간적 규제를 받게 되는 필지로 간주하였다.

이에 따른 로짓모형의 형태는 다음과 같다.

$$\begin{aligned} \ln \frac{p_1}{p_0} = & \beta_0 + \beta_1 slp + \beta_2 alt + \beta_3 cdst1 + \beta_4 cdst2 + \beta_5 cdst3 + \beta_6 cdst4 \\ & + \beta_7 rdst + \beta_8 tdst + \beta_9 bdst + \beta_{10} edst + \beta_{11} mdst + \beta_{12} ldst \\ & + \beta_{13} bmdst + \beta_{14} wdst + \beta_{15} idst + \beta_{16} popdnt + \beta_{17} lprice \\ & + \beta_{18} lpr + \beta_{19} zoning + \beta_{20} gmz \\ & + \beta_{21} f\_ictv + \beta_{22} c\_ictv + \beta_{23} psr + \beta_{24} tr\_gmz \end{aligned} \quad (22)$$

$p_1$ : 미개발필지가 차기에 (주택)개발필지로 전환될 확률

$p_0$ : 미개발필지가 차기에 미개발필지로 남아 있을 확률( $= 1 - p_1$ )

$slp \sim gmz$ : (주택) 입지요인 변수

$f\_ictv$ : 성장관리지역 내에서 용적률 인센티브 부여시 필지별 건축  
연면적 증가량(단위  $m^2$ )

$c\_ictv$ : 성장관리지역 내에서 건폐율 인센티브 부여시 필지별 건축  
면적 증가량(단위  $m^2$ )

$psr$ : 성장관리지역 내에서 진입도로 부지 확보 및 조경면적 확대  
규정으로 기존 필지에서 개발하지 못하게 되는 면적(단위  $m^2$ )

$tr\_gmz$  성장관리지역 내에서 시간적 규제를 적용 받는 필지인지  
여부(더미변수)

$\beta_0$ : 상수  $\beta_1 \sim \beta_{24}$ : 계수

로짓모형 분석시, 소규모개발자와 중대규모개발자의 경우를 구분하여  
적용할 필요성은 없다. 왜냐하면 단지개발자와 필지개발자를 구분하는

각 규제간 영향력은 개발면적에 비례하므로 기준 면적이 달라진다고 해도 규제간 영향력의 비율이 일정할 것이기 때문이다.

## 2. 가설 검증 결과

가설 검증은 로짓모형을 이용하였다. 먼저 성장관리방안 시행 이후 기간을 대상으로 분석한 후, 시행 이전기간과의 비교분석도 실시하였다.

### 1) 성장관리방안 시행 이후 분석

로짓모형 분석대상은 세종시에서 성장관리방안이 시행된 2016년 8월 1일을 기준으로 세종시 읍면지역 내 미개발된 총 90,646개의 필지이다. 이는 개발불능필지를 제외한 개수로서 본 연구에서 개발불능필지는 2030 세종도시기본계획상 기준을 참고하여 경사 20도 이상이거나 표고 150m 이상 혹은 지목이 하천, 도로, 구거, 유지에 해당하는 필지로 설정하였다.

종속변수는 성장관리방안 시행 이후 최근까지인 2016.8.1.~ 2017.12.31. 기간 중 주택으로 건축허가된 필지인지 여부로 설정하였는데 해당 필지수는 231개인 것으로 나타났다.

로짓모형 분석 결과, 모형 계수 전체 테스트에서 카이제곱값이 269.554, 유의확률  $p=0.000$ 으로 나타나 독립변수가 투입된 모델이 보다 적합한 모델이라 판정할 수 있으므로 설정한 로짓모형이 적합함을 알 수 있다.

경사도 변수의 계수가 0.048로서 양의 값을 나타내는 것은 비도시 지역이 주를 이루고 있는 읍면지역에서 단독주택의 입지로 평지보다는 경관이 수려한 구릉지가 선호될 뿐 아니라 비교적 지가가 저렴한 임야를 중심

으로 개발이 진행되는 난개발적 특성 때문인 것으로 보인다. 실제로 이 시기에 주택허가가 이루어진 231건 중 임야필지에서 허가된 사례가 88건으로 주택허가 필지 지목 중에서 가장 많은 38%를 차지하는 것으로 나타났다.

**표 37 로짓모형 분석결과(성장관리방안 시행 이후, 주택 허가필지)**

독립변수	계수	독립변수	계수
slp_16 (경사도)	0.048***	popdnt_16 (읍면별 인구밀도)	0.200*
cdst1_16 (기개발필지와 최단거리)	-0.128**	Zoning_16 (용도지역 더미)	1.931***
cdst2_16 (기주택개발필지와 최단거리)	-0.050**	gmz (성장관리지역 더미)	0.112 (유의하지 않음)
cdst3_16 (도심(시청)과의 거리)	0.000**	psr (물리적 규제)	1.032 (유의하지 않음)
cdst4_16 (지역중심(읍면사무소)과의 거리)	-0.001**	tr_gmz (시간적 규제 더미)	-0.831*
rdst_16 (도로중심선과의 최단거리)	-0.077*	f_ictv (용적률 인센티브)	2.390 (유의하지 않음)
tdst_16 (철도역과의 최단거리)	0.001***	c_ictv (건폐율 인센티브)	-0.023**
bdst_16 (버스정류장과의 최단거리)	0.004*	상 수	-7.901***

유의확률 p<0.05 : \*    p<0.01 : \*\*    p<0.001 : \*\*\*

가설 1과 관련된 용적률 인센티브 변수(f\_ictv)의 경우 유의하지 않은 것으로 나타났다. 이는 용적률 인센티브가 영향력이 없다는 의미로 성장관리지역 내로 개발을 유도하고자 한 정책목적을 달성하지 못하고 있음을 알 수 있다. 이에 성장관리지역 내 용적률 인센티브의 영향력이 없다는 가설 1이 참이라고 할 수 있다.

가설 2, 가설 3과 관련하여, 물리적 규제 변수(psr)는 유의하지 않은 것으로 나타났다. 그러나 시간적 규제 변수(tr\_gmz)는 유의한 것으로

나타났으며 그 계수값도 음의 값을 나타내었다. 이를 통해 성장관리지역 내 물리적 규제의 영향력은 분명치 않은 반면에 시간적 규제의 경우 연접 방식의 쪼개기 개발을 억제하는 영향력을 나타내고 있음을 알 수 있다.

즉, 성장관리지역 내에서 시간적 규제만이 정책적으로 의도한 효과를 발휘하고 있음을 알 수 있다. 물론 물리적 규제의 경우에 로짓모형에서는 유의하지 않게 나타났으나 실제로는 개발자에게 필지의 일부면적을 사용하지 못하도록 하는 규제이므로 영향력이 전혀 없다고 할 수는 없을 것이다. 다만 물리적 규제가 개발 입지를 변화시킬 만큼의 영향력을 발휘하지 못하고 있는 것으로 보인다. 또한 중대규모개발자는 물리적 규제와 시간적 규제 모두를 적용받으며 소규모개발자는 물리적 규제만을 적용받는다.

이에, 중대규모개발자( $2,500\text{m}^2$  이상 개발자)에게는 시간적 규제(쪼개기 개발 방지 규정)의 영향력이 물리적 규제의 영향력보다 크다는 가설 2와 소규모개발자( $2,500\text{m}^2$  미만 개발자)에게는 물리적 규제(진입도로부지 추가 확보, 조경면적 확대)의 영향력이 시간적 규제의 영향력보다 크다는 가설 3은 참이라고 할 수 있다.

종속변수를 주택을 포함한 모든 건축허가 필지를 대상으로 분석하였다. 이 때의 해당 필지수는 499개인 것으로 나타났다.



표 38 로짓모형 분석결과(성장관리방안 시행 이후, 전체 허가필지)

독립변수	계수	독립변수	계수
cdst1_16 (기개발필지와 최단거리)	-0.132***	psr (물리적 규제)	1.242 (유의하지 않음)
cdst3_16 (도심(시청)과의 거리)	-0.000***	tr_gmz (시간적 규제 더미)	-1.169***
cdst4_16 (지역중심(읍면사무소)과 거리)	-0.002***	f_ictv (용적률 인센티브)	0.229 (유의하지 않음)
tdst_16 (철도역과의 최단거리)	0.001***	c_ictv (건폐율 인센티브)	0.018 (유의하지 않음)
Zoning_16 (용도지역 더미)	1.235***	상수	-5.420***
gmz (성장관리지역 더미)	0.098 (유의하지 않음)		

유의확률 p<0.05 : \* p<0.01 : \*\* p<0.001 : \*\*\*

로짓모형 분석 결과, 모형 계수 전체 테스트에서 카이제곱값이 276.493, 유의확률  $p=0.000$ 으로 나타나 독립변수가 투입된 모델이 보다 적합한 모델이라 판정할 수 있으므로 설정한 로짓모형이 적합함을 알 수 있다.

종속변수를 전체 허가필지 499개로 확대할 경우에도 용적률 인센티브 변수는 여전히 유의하지 않았으며 성장관리지역 내 물리적 규제 변수도 여전히 유의하지 않은 것으로 나타났다. 이에 반해, 시간적 규제 변수는 유의하게 나타났으며 그 계수도 -1.169로서 주택 필지로 한정할 때의 값인 -0.831보다 음의 절대치가 크게 나타났다. 이를 통해 시간적 규제가 모든 용도에 걸쳐 영향력을 나타내고 있음을 알 수 있다.

이와 같이 모든 용도에 대한 로짓모형 분석 결과도 여전히 가설 1~3이 참임을 지지하고 있음을 알 수 있다.

성장관리지역 내 물리적 규제가 영향력이 없다는 것은 이 규제의 효과가 없다는 의미로 해석할 수도 있으나, 물리적 규제는 성장관리지역 내 필지에 의무적으로 적용되는 규제이므로 개발자의 개발이익에 직접적으로 영향을 주게 됨을 고려한다면 개발자들의 저항이 없이 성공적으로 규제를 적용하고 있다고 볼 수도 있다. 다만 현재의 물리적 규제는 개발자가 크게 저항감을 느낄 정도의 강도가 아니므로 향후에는 입지 유도 효과를 가시적으로 거둘 있는 수준까지 규제 강도를 강화하는 방안도 고려할 필요가 있다고 생각된다.

## 2) 성장관리방안 시행 이전 이후 비교

앞에서 언급한 성장관리방안의 정책효과의 분석결과가 과연 성장관리방안의 시행에 기인한 것인지를 보다 입체적으로 확인하기 위해서는 성장관리방안 시행 이전의 건축허가 건에 대한 분석결과와 비교할 필요가 있다. 이에 성장관리방안 시행 이전의 두 기간(2013.7~2014.12 / 2015.1~2016.6)에 대한 건축허가 건에 대해 분석하였다.

성장관리방안 시행 이전의 분석에서 두 개의 기간으로 나누어 분석한 이유는 성장관리방안 수립을 위해 2015.1~2016.7까지 신도시 주변 6개 면 지역을 개발행위허가 제한지역으로 지정하였기 때문이다. 이 기간에 다세대주택, 다중주택 등 일부 주택의 건축을 위한 개발행위허가를 전면 불허하는 등 강력한 규제가 시행되었다. 이에 성장관리방안 시행 이전과 이후를 비교하기 위해서는 개발행위허가 제한지역의 지정 이전 시점인 2013.7~2014.12 시기까지 분석할 필요가 있다.

성장관리방안 시행 이후 영향력이 있는 것으로 나타난 시간적 규제에 대하여 비교하였다. 물리적 규제와 용적률 인센티브는 성장관리방안 시행 이전에는 적용되지 않았으며 시행 이후에도 각 변수별 계수가 유의하지 않아 영향력이 뚜렷하지 않은 것으로 나타났기에 시행 이전과 이후를

비교하는 것이 의미가 없다고 판단되었다. 즉, 성장관리방안 시행 이전과 이후를 비교하는 목적은 성장관리방안 시행 이후 유의한 것으로 나타난 시간적 규제의 영향력이 과연 성장관리방안 시행 때문인지 다른 요인 때문 인지를 확인하기 위함이다.

**표 39 로짓모형 분석결과(성장관리방안 시행 이전 이후 비교, 주택 허가필지)**

구 분	시 기	독립변수(정책변수)	계수
성장관리방안 시행 이전	2013.7~2014.12	tr_gmz (시간적 규제 더미)	0.388(유의 x)
	2015.1~2016.6 (개발행위허가 제한지역 지정)	tr_gmz (시간적 규제 더미)	-1.867***
성장관리방안 시행 이후	2016.8~2017.12	tr_gmz (시간적 규제 더미)	-0.831*

유의확률 p<0.05 : \* p<0.01 : \*\* p<0.001 : \*\*\*

**표 40 로짓모형 분석결과(성장관리방안 시행 이전 이후 비교, 전체 허가필지)**

구 분	시 기	독립변수(정책변수)	계수
성장관리방안 시행 이전	2013.7~2014.12	tr_gmz (시간적 규제 더미)	-0.461*
	2015.1~2016.6 (개발행위허가 제한지역 지정)	tr_gmz (시간적 규제 더미)	-1.794***
성장관리방안 시행 이후	2016.8~2017.12	tr_gmz (시간적 규제 더미)	-1.169***

유의확률 p<0.05 : \* p<0.01 : \*\* p<0.001 : \*\*\*

로짓모형으로 분석한 결과, 예상한 바대로 개발행위허가 제한지역이 지정 되어 강력한 규제가 시행된 성장관리방안 시행 직전 기간(2015.1~ 2016.6) 에는 시간적 규제의 영향력이 가장 크게 나타났다. 이에 비교대상으로서의 성장관리방안 시행 이전 시기는 개발행위허가 제한지역 지정 이전인 2013.7~2014.12 기간으로 설정하는 것이 바람직하다.

이에, 성장관리방안 시행 이전(2013.7~2014.12)과 이후(2016.8~2017.12)를 비교한 결과, 주택 허가필지의 경우 시간적 규제 변수는 시행 이전에는 유의하지 않게 나타났으나 이후에는 음의 계수로 유의하게 나타났다. 전체 허가필지의 경우에는 시간적 규제 변수가 시행 이전(-0.461)보다 이후(-1.169)에 영향력이 더욱 강해지는 것으로 나타났다. 즉, 시간적 규제로 인해 성장관리방안 시행 이후에 연접방식의 쪼개기 개발이 억제되는 효과가 나타났음을 확인할 수 있다.

### 3. 정책 시사점

성장관리방안의 정책수단의 영향력 분석을 통한 정책적 시사점은 다음과 같다.

첫째, 현 성장관리방안에서의 용적률 인센티브는 실효성이 낮으므로 좀 더 실효성 높은 인센티브를 발굴할 필요가 있다.

성장관리방안이 규제 일변도로 흐를 경우 기반시설부담구역 등과 같이 주민들과 선출직 지자체장 모두가 도입하기를 꺼리는 제도가 되어 유명 무실한 처지로 전락할 우려가 크다. 성장관리방안이 지역특성에 맞게 난개발은 억제하되 계획적 개발을 적극 유도할 수 있는 기능도 갖춰야 제도의 지속가능성을 확보할 수 있을 것이다. 이에, 현재의 인센티브를 각 용도별 특성을 고려하여 세분화함으로써 실효성을 제고할 필요가 있다. 지자체에서 조례 등을 통해 지역 특성에 맞는 인센티브를 선택하거나 발굴하여 적용할 수 있도록 제도의 틀을 개선하는 것도 좋을 것이다.

둘째, 시간적 규제가 성장관리의 동시성 원칙을 실현할 수 있는 방안이므로 성장관리방안의 정책수단으로서 활성화할 필요가 있다.

현 성장관리방안은 도시관리계획으로 결정되지는 않지만 완화된 지구단위계획 형태의 모습을 띠고 있다. 그 정책수단은 입지 및 용도규제이며 규제 사항의 준수를 유도하기 위해 용적률 및 건폐율 인센티브를 제공하고 있다. 그러나 효율적인 성장관리를 위해서는 개발의 속도도 조절할 필요가 있다. 입지 및 용도규제는 개발의 가능여부를 제어하는 평면적 규제 수단이기에 개발 속도를 조절하는 시간적 규제기능을 수행하기에는 한계가 있다. 세종시 성장관리방안에서 시행하고 있는 쪼개기 개발 방지 규정은 실수요자보다는 분양을 목적으로 하는 중대규모개발자를 타겟으로 하며 이들이 연접 추가개발을 할 경우에는 기허가지의 준공 이후에 추진토록 유도함으로써 기반시설 확보를 촉진하고 개발속도를 늦추는 효과를 나타내고 있다. 이와 같이 정책현장에서 체감되고 있는 효과를 가설 2~3의 관련 이론과 로짓모형 분석을 통해 확인할 수 있었다. 성장관리방안이 높은 개발압력으로 인해 무질서한 개발이 우려되는 지역 등에 대해 해당 자치단체의 장이 자율적으로 수립하는 계획인 만큼, 세종시의 쪼개기 개발 방지 규정과 같이 개발속도를 조절할 수 있는 규제 수단을 지역특성에 맞게 발굴하여 적용함으로써 성장관리방안이 실효성 높은 제도로 활성화될 수 있도록 할 필요가 있다. 세종시의 이러한 시간적 규제 방식을 타 지자체에서도 적극 활용할 수도 있을 것이다.

셋째, 향후 도로 등 도시기반시설을 원활하게 설치하기 위해서는 기반시설 부지를 미리 확보하도록 유도하는 물리적 규제를 좀 더 적극적으로 시행할 필요가 있다.

비도시지역은 도시지역과는 달리 개발밀도가 낮아 향후 도로 등 설치를 위한 부지를 내놓도록 하는 규제에 대해 저항감이 다소 낮은 것으로 보인다. 세종시의 경우 현재 적용되고 있는 물리적 규제에 대해 주민들의 저항감은 다소 낮은 상황이다. 즉 물리적 규제로 인해 개발자들이 개발 입지를 바꾸는 상황은 아니며 개발자들이 약 10%에 해당하는 면적을 도로 부지와 조경면적으로 확보하는 것에 대해 어느 정도 수긍하고 있는 상황

으로 보인다. 이는 비도시지역에 낮은 수준의 법정 용적률과 건폐율이 적용되기 때문인 측면도 크다. 이에 지자체들은 지역 주민들이 감내할 수 있는 적정한 수준에서 물리적 규제를 적용할 필요가 있다. 아직까지 성장관리방안에 국가의 기반시설 설치 지원 등의 지원규정이 없으므로 지자체가 단계적으로 예산을 확보하여 향후에 기반시설을 설치하기 위해 서라도 현 단계에서 필요 부지가 비워져 있도록 물리적 규제를 적절히 적용해야 할 것이다.

### 제3절 소결

성장관리방안은 우리나라에서 제도의 명칭을 법률상 ‘성장관리’로 규정하여 시행하는 최초의 정책사례이며 비도시지역의 계획적 관리를 위해 마련된 최선의 정책으로서 국토의 계획적 관리를 위해서 이 제도가 안정적으로 정착될 필요가 있다. 성장관리방안은 기존의 성장관리 관련 정책들이 대부분 성공적이지 못했다는 평가 속에서 마련된 정책이기에 현재 문제가 되고 있는 비도시지역의 공장, 주택 등 난개발에 성공적으로 대응하는데 긴요하게 활용될 필요가 있다.

이에 본 연구에서는 세종시의 시행사례를 바탕으로 성장관리방안의 주요 정책수단의 영향력과 관련된 3가지 가설을 설정하여 로짓모형 분석을 통해 검증하였고 정책적 시사점을 도출하였다.

성장관리방안의 주요정책수단이 성장관리지역 내에서 주택 등 건축허가 필지의 입지에 어떠한 영향력을 미치는지를 확인하기 위해 로짓모형 분석을 실시하였다. 로짓모형의 독립변수 설정시 각종 입지요인들과 함께 성장관리방안의 주요 정책수단인 인센티브, 물리적 규제, 시간적 규제를 포함하여 분석하였다.

분석 결과, 성장관리지역 내에서 인센티브와 물리적 규제는 영향력이 없는 것으로 나타났으며 시간적 규제는 연접필지 개발을 억제하는 영향력을 발휘하는 것으로 나타났다. 성장관리방안 시행 이전과 이후를 비교하여 분석해 본 결과, 성장관리방안 시행 이후에 시간적 규제의 영향력이 유의하게 나타났다.

성장관리방안 정책수단의 영향력 분석의 정책적 시사점은 다음과 같다.

첫째, 현 성장관리방안 제도에서의 용적률 인센티브는 실효성이 낮으므로 좀 더 실효성 높은 인센티브를 발굴할 필요가 있다. 지자체에서 조례 등을 통해 지역 특성에 맞는 인센티브를 선택하거나 발굴하여 적용할 수 있도록 제도를 개선할 필요가 있다.

둘째, 시간적 규제는 성장관리의 동시성 원칙을 실현할 수 있는 방안이므로 성장관리방안의 정책수단으로서 활성화할 필요가 있다. 성장관리방안이 높은 개발압력으로 인해 무질서한 개발이 우려되는 지역 등에 해당 자치단체의 장이 자율적으로 수립하는 계획인 만큼, 세종시의 쪼개기 개발방지 규정과 같이 개발속도를 조절할 수 있는 규제 수단을 지역특성에 맞게 발굴하여 적용함으로써 성장관리방안이 실효성 높은 제도로 활성화될 수 있도록 할 필요가 있다.

셋째, 향후 도로 등 도시기반시설을 원활하게 설치하기 위해서는 기반시설 부지를 미리 확보하도록 유도하는 물리적 규제를 좀 더 적극적으로 시행할 필요가 있다. 지자체들은 지역 주민들이 감내할 수 있는 적절한 수준에서 물리적 규제를 적용할 필요가 있다. 아직까지 성장관리방안에 국가의 기반시설 설치 지원 등의 지원규정이 없으므로 지자체가 단계적으로 예산을 확보하여 향후에 기반시설을 설치하기 위해서라도 현 단계에서 필요 부지가 비워져 있도록 물리적 규제를 적절히 적용해야 할 것이다.



## 제5장 시나리오별 예측 및 정책효과 측정

### 제1절 예측 시나리오의 설정

성장관리정책은 도시의 전반적인 개발과 보전을 규모·입지 중심으로만 유도하는 전통적인 토지이용정책과는 달리 개발의 시기와 기반시설 설치 등을 위한 개발재원까지를 종합적으로 고려하여 개발과정과 형평성의 균형점을 찾고자 노력한다(전유신, 2004; 구형수, 2015)

이에, 본 연구에서는 성장관리정책을 반영한 시나리오를 설정하여 필지기반 CA모형을 이용해 개발 확산을 예측하고자 한다. 개발의 시기를 조절하는 정책수단인 시간적 규제를 적용한 시나리오와 개발재원이 순조롭게 확보되어 농어촌도로 정비계획(안)에 따라 기반시설이 설치되었을 경우의 시나리오에 대한 개발 확산을 예측하고 앞에서의 기준 CA모형의 결과와 비교함으로써 각 시나리오별 정책의 영향력을 평가하고자 한다.

#### 1) 비시가화지역 전역에 시간적 규제 적용

앞에서의 가설 설정 및 검증을 통해 성장관리방안의 시간적 규제가 영향력이 있음을 확인하였는데 이러한 영향력은 연접방식의 쪼개기 개발을 억제하고 개발의 시기를 조절하는 효과로 나타나고 있다. 2017.12.29.일에 『국토의 계획 및 이용에 관한 법률 시행령』이 개정되고 2018.1.2.일에 『성장관리방안수립지침』이 개정됨에 따라 유보용도 뿐 아니라 보전용도도 면적비율의 제한 없이 성장관리방안 수립이 가능하게 되었으므로 세종시 비시가화지역(녹지지역, 관리지역, 농림지역, 자연환경보전지역) 전역에 성장관리방안을 수립한다는 가정 하에 시간적 규제를 적용하였을 때 개발의 확산 패턴이 어떻게 달라지는지 확인하고자 한다. 시가화지역은

성장관리방안 수립대상에 포함되지는 않으나 읍면지역 전역에 대한 당초의 기준 CA모형과의 비교를 위해 읍면지역 전역에 대해 시간적 규제가 적용되는 것으로 시나리오를 설정하였다.

시간적 규제를 적용할 경우 개발지에 연접한 필지의 개발을 당분간 억제하는 효과가 나타난다. 이에 t시기에 임의의 필지가 개발필지로 전환되었을 경우, 해당 필지에 연접한 모든 필지는 근린효과를 누리지 못하고 t+1시기에도 t시기의 개발확률을 유지하도록 하는 방식으로 시간적 규제를 적용하고자 한다.

## 2) 농어촌도로 종합정비계획(안) 반영

비도시지역의 계획적 개발 유도를 위해서는 공공에서 기반시설을 계획적으로 공급해야 한다. 기반시설 중 개발입지에 가장 크게 영향을 미치는 기반시설은 도로이며 비도시지역의 경우 리도, 면도 등의 농어촌도로가 실질적인 진입도로로 주로 이용되고 있다.

이에, 2016년 8월에 수립한 「세종시 시도 및 농어촌도로 정비계획 수정계획」상 계획되어 있는 농어촌도로가 2025년까지 개설된다고 가정하여 계획대로 개설되었을 때 개발의 확산패턴이 어떻게 달라지는지 확인하고자 한다. 농어촌도로의 개설의 영향력을 근린효과에 적극 반영하기 위해 개설계획인 농어촌도로와 중첩되는 개발불가능필지(도로, 구거, 하천, 유지)를 개발전환된 필지로 간주하여 2025년 분석부터 포함시킴으로써 개설예정인 농어촌도로 주변 필지의 개발확률을 높이도록 한다. 2030년까지 분석이 마무리된 후에는 해당 필지들을 삭제하도록 한다.

## 제2절 시나리오별 예측

### 1. 시간적 규제 적용

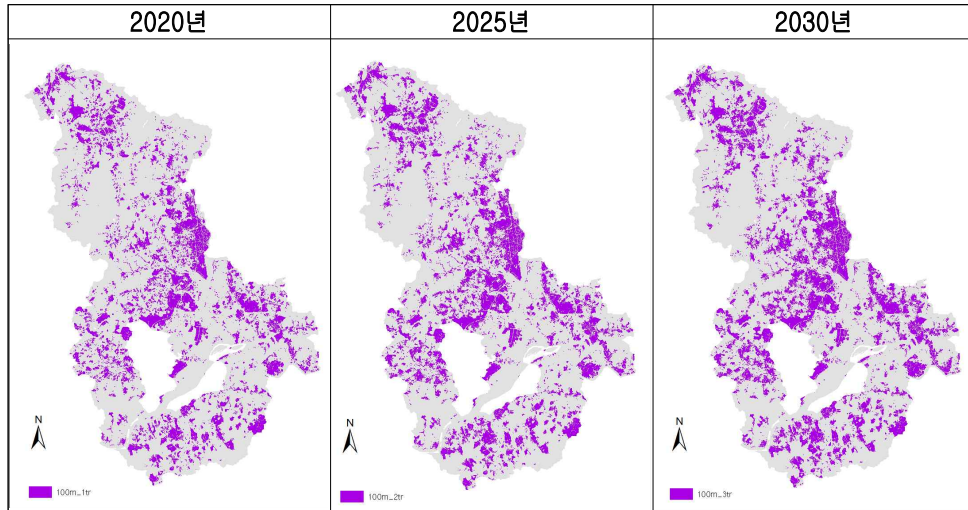
시간적 규제를 적용할 경우 개발된 필지에 연접한 필지의 개발을 당분간 억제하는 효과가 나타난다. 네이버후드 거리 100m를 적용하여 전이규칙에 따라 CA모형을 3회 적용하되 1회 적용을 통해 신규개발된 필지의 연접필지의 경우에는 일시적으로 근린효과를 누리지 못하는 효과를 주기 위해 2회 적용시 개발확률을 1회 적용시의 개발확률로 수정한다. 같은 방식으로 2회에 신규개발된 필지의 연접필지도 일시적으로 근린효과를 누리지 못하도록 3회 적용시 개발확률을 2회 적용시의 개발확률로 수정하였다.

세종시 읍면지역 전체에 대해 시간적 규제를 적용한 결과 기준 CA 모형과 비교할 때 2회 및 3회 적용시의 개발전환 최소확률이 상대적으로 낮게 나타났다. 기준 CA 모형은 2회 적용시 0.7887, 3회 적용시 0.8166이었으나 시간적 규제 시나리오를 적용한 결과는 2회 적용시 0.7532, 3회 적용시 0.7511로 상대적으로 낮을 뿐 아니라 3회가 2회보다 오히려 낮은 수준으로 나타났다.

표 41 시나리오 적용 결과(시간적 규제 / 개발 입지 총면적)

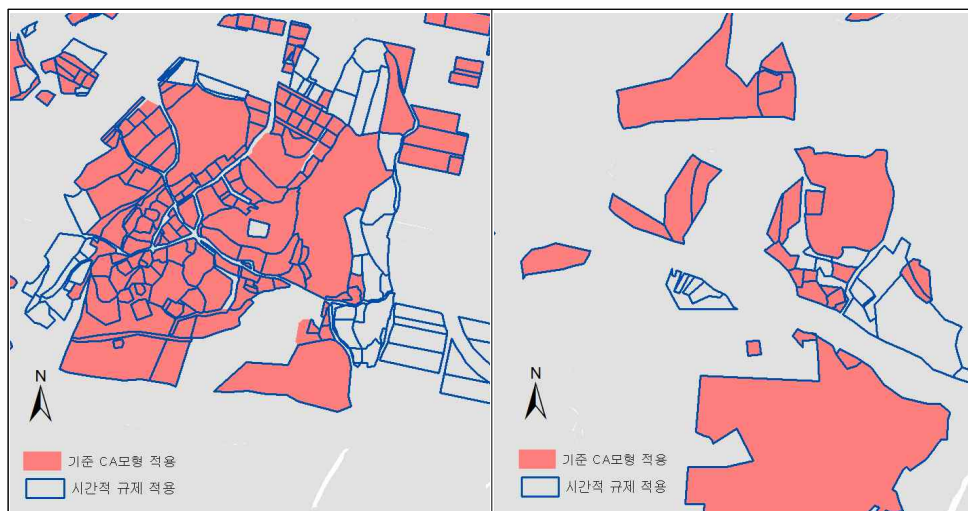
구 분		개발 예측		비 고
		개발전환 최소확률	개발 입지 총면적(필지수)	
근린 거리 100m	1회 적용 (2020년)	0.7067	85.619km <sup>2</sup> (50,817개 필지)	-
	2회 적용 (2025년)	0.7532	94.096km <sup>2</sup> (57,316개 필지)	시간적 규제 적용
	3회 적용 (2030년)	0.7511	103.405km <sup>2</sup> (64,068개 필지)	시간적 규제 적용

표 42 목표년도별 개발확산 예측(시간적 규제 적용)



시간적 규제를 적용할 경우 t시기에 개발된 임의의 필지의 인근필지가 일정기간 개발이 억제되는 효과가 발생하므로 전체적으로는 개발이 공간적으로 다소 분산되어 발생하게 된다.

표 43 시간적 규제로 인한 분산 개발 경향 강화



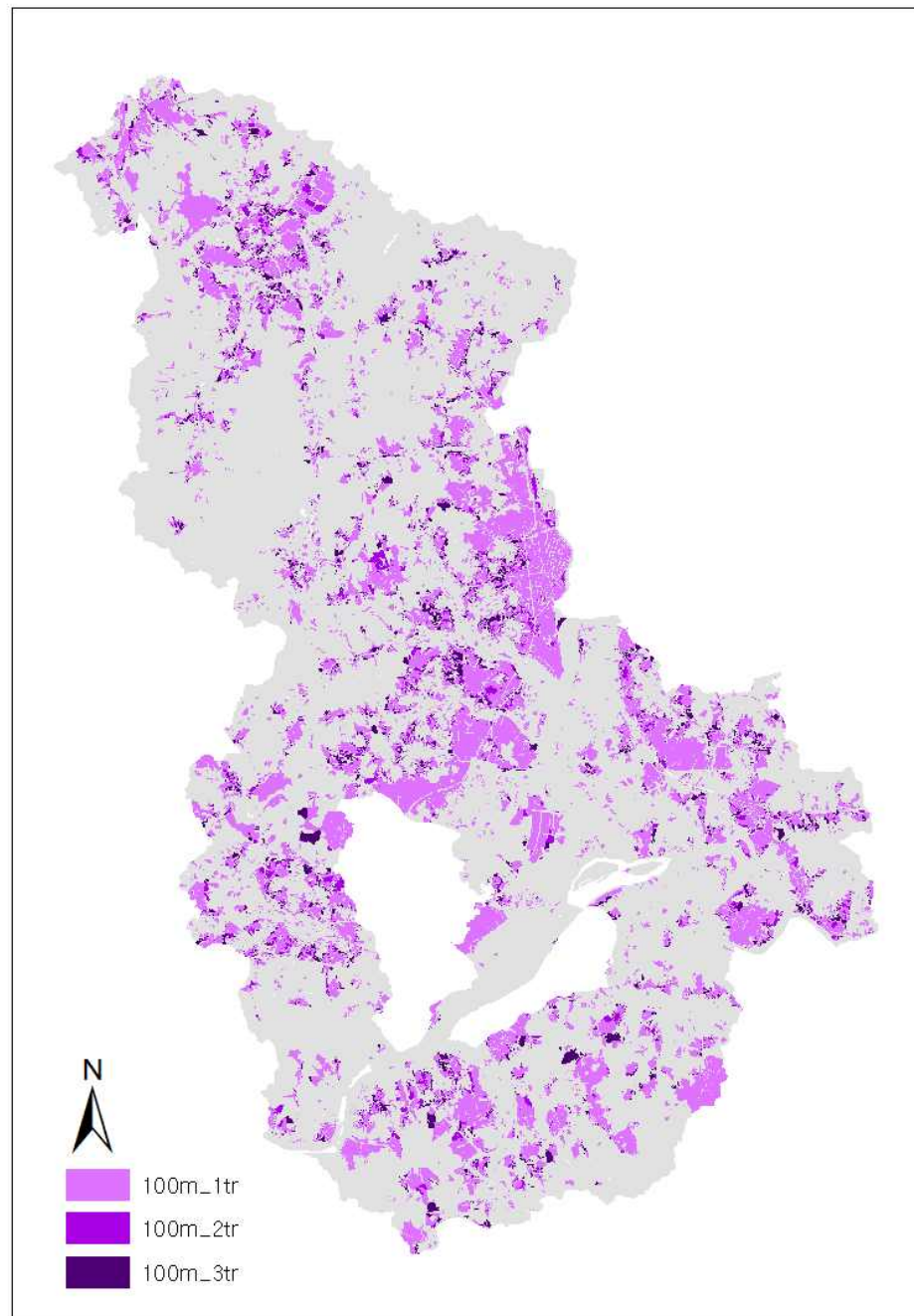


그림 16 시나리오 예측(시간적 규제 적용)

## 2. 농어촌도로 정비계획(안) 반영

2016년 8월에 수립한 「세종시 시도 및 농어촌도로 정비계획 수정계획」 상 계획되어 있는 농어촌도로가 2025년까지 개설된다고 가정하여 계획대로 개설되었을 때 개발의 확산패턴이 어떻게 달라지는지 확인하였다.

적용 결과, 농어촌도로 정비계획(안)에 반영된 신규도로 연결필지 중심으로 신규개발이 조밀하게 나타나는 것으로 예측되었다. 이는 근린효과를 반복적으로 적용하기 때문인 것으로 생각된다. 개발전환 최소확률은 기준 CA모형 적용시보다 높게 나타났다. 기준 CA모형 적용시 2회, 3회 적용시의 개발전환 최소확률은 0.7887, 0.8166이었으나 농어촌도로 정비계획(안)을 반영하는 경우에는 0.8359, 0.8839로 나타났다. 개설예정 농어촌도로 주변으로 개발이 집중되어 난개발로 인해 예측치 못하게 발생하는 기반시설 비용은 다소 줄어든 것으로 예상된다. 이는 각 개발전환필지의 도로중심선으로부터의 거리의 평균값을 구하여 기준 CA모형의 값과 비교함으로써 확인할 수 있을 것으로 보인다.

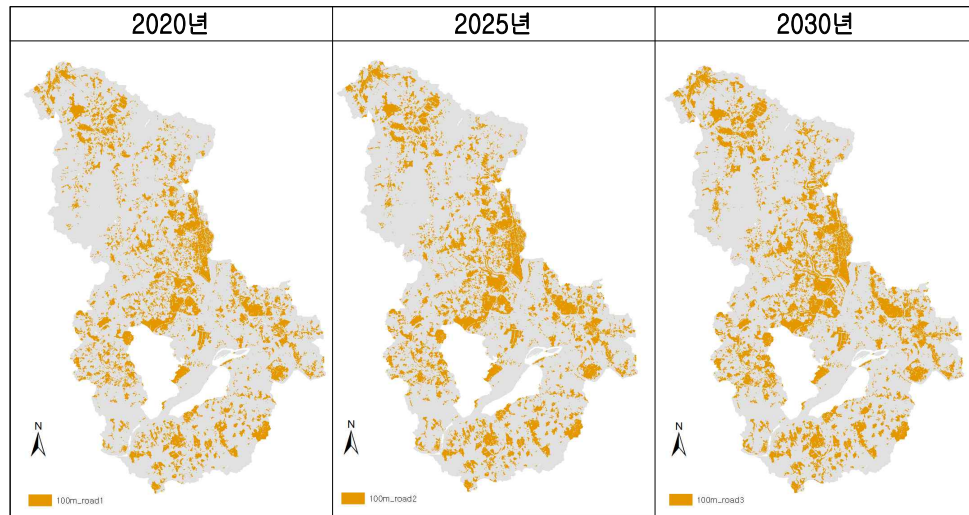
표 44 시나리오 적용 결과(농어촌도로 정비계획(안) 반영 / 개발 입지 총면적)

구 분		개발 예측		비 고
		개발전환 최소확률	개발 입지 총면적(필지수)	
근린 거리 100m	1회 적용 (2020년)	0.7067	85.619km <sup>2</sup> (50,817개 필지)	-
	2회 적용 (2025년)	0.8359	94.087km <sup>2</sup> (57,316개 필지)	농어촌도로 정비계획안 반영
	3회 적용 (2030년)	0.8839	103.392km <sup>2</sup> (63,630개 필지)	농어촌도로 정비계획안 반영

성장관리방안이 실효성을 확보하기 위해서는 기반시설의 단계적이고 계획적인 설치와 병행되어야 한다. 난개발을 억제하는 정책적 수단과 함께

개발압력이 높은 지역에 대해서는 계획적으로 개발이 진행될 수 있도록 선제적으로 기반시설을 적정하게 확보하는 노력이 병행되어야 할 것이다.

**표 45 목표년도별 개발확산 예측(농어촌도로 정비계획(안) 반영)**



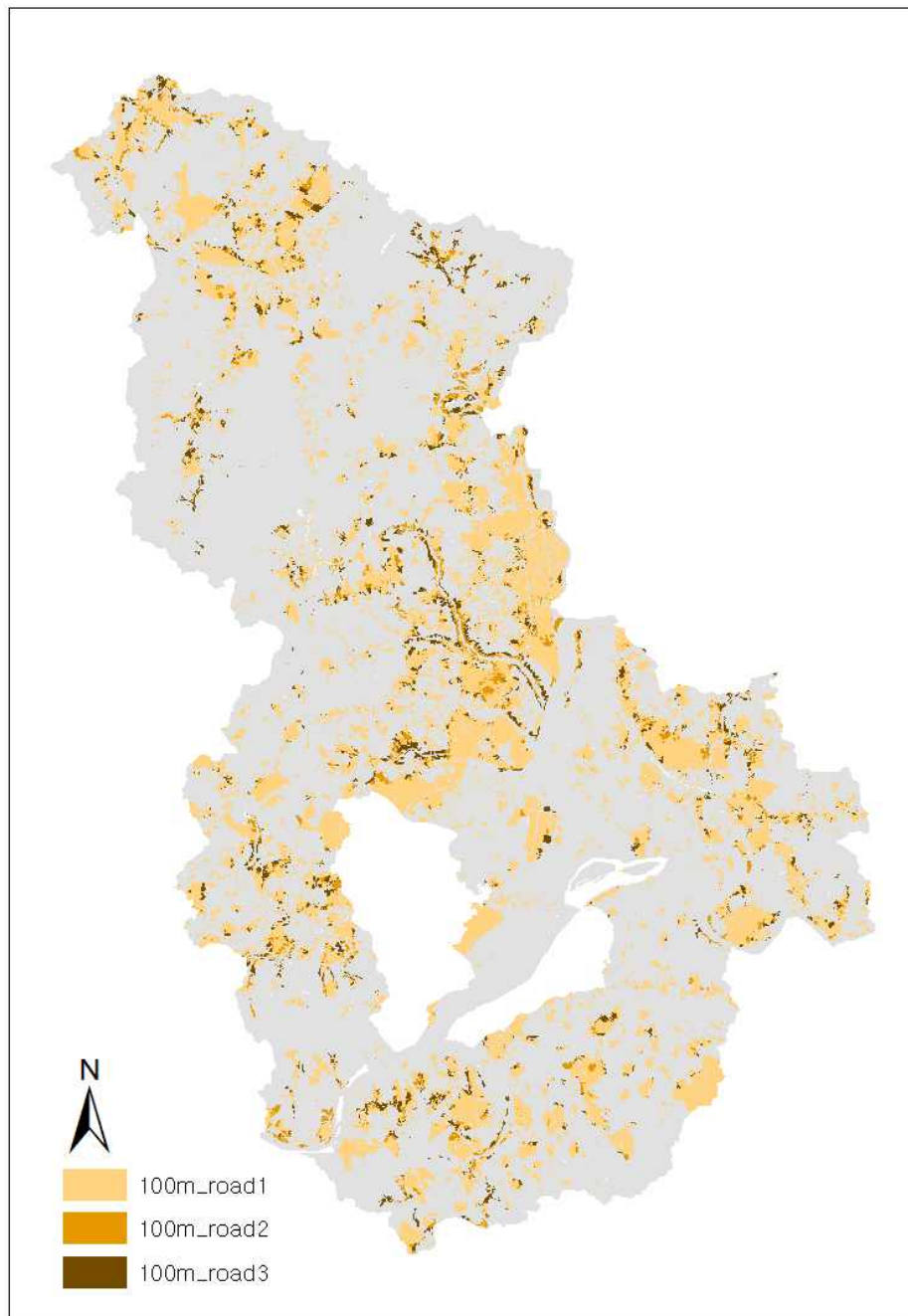


그림 17 시나리오 예측(농어촌도로 정비계획안 반영)



### 제3절 정책효과 평가

#### 1. 기반시설 설치 소요비용 측면

무분별한 개발확산은 결국 공공에 과도한 기반시설 설치 부담을 지우게 되므로 공공은 개발이 계획적으로 진행되도록 유도할 필요가 있다. 개발이 분산적으로 진행되지 않도록 계획적으로 기반시설을 설치해 나감으로써 개발의 입지를 기반시설 인근으로 유도할 필요가 있다. 이에 농어촌도로 정비계획(안)에 따라 농어촌도로를 개설할 경우의 개발 확산 결과가 기준 CA모형의 결과와 어떤 차이가 있는지 확인할 필요가 있다.

향후 공공의 기반시설의 총 부담은 개발된 필지들의 도로와의 거리에 비례할 것이다. 대부분의 기반시설이 도로와 함께 설치되기 때문이다. 이에, 시나리오별 개발확산 예측결과를 대상으로 도로와의 거리 평균값을 비교한다면 해당 시나리오의 상대적 정책효과를 평가할 수 있을 것이다.

이에, 목표년도 2030년의 기준 CA모형 결과와 2개의 시나리오의 개발 확산 결과를 대상으로 도로중심선과의 거리 평균값을 구하여 비교하였다. 각 필지의 면적이 클수록 기반시설의 부하량도 많을 것이므로 각 필지의 면적크기를 고려한 가중평균값도 함께 구하여 비교하였다.

비교한 결과, 농어촌도로 정비계획(안)을 반영한 시나리오는 도로중심선과의 평균 거리는 7.53m, 필지면적을 기준으로 한 가중평균 거리는 6.34m로 나타났다. 기준 CA모형에 비해 각각 평균 거리는 4.65%, 가중평균 거리는 4.57% 감소한 결과이다. 농어촌도로의 신규개설로 인해 개발 입지가 도로주변으로 유도되었기 때문으로 보인다.

시간적 규제를 반영했을 경우에는 도로중심선과의 평균거리가 7.89m, 필지면적을 기준으로 한 가중평균 거리는 6.63m로 나타났다. 기준 CA

모형과 동일한 수준이다. 시간적 규제를 적용할 경우에 일부 분산개발이 이루어지나 기존 개발지와 연결하여 진행되기에 도로중심선과의 거리에 큰 차이가 없는 것으로 보인다.

**표 46 시나리오별 도로중심선과의 거리 평균값 비교**

구 분		도로중심선과의 거리		비 고
		평 균	가중평균(필지면적)	
근린 거리 100m	기준 CA모형 (2030년)	7.88m	6.63m	
	농어촌도로 정비계획안 반영 (2030년)	7.53m	6.34m	
	시간적 규제 반영 (2030년)	7.89m	6.63m	

## 2. 개발의 군집도 측면

비도시지역 내에 무분별하게 산발적으로 개발이 확산될 경우, 기반시설 설치나 공공서비스 제공 등 공공비용의 과다한 소요가 우려된다. 이에, 공공에서는 입지기준 등을 통해 기반시설이 갖추어진 기존개발지 인근에서 신규개발이 이루어지도록 유도하고자 한다.

이에, 어떠한 정책적 처방이 이루어졌을 때의 개발확산 결과가 얼마나 군집의 정도가 높은지를 비교한다면 해당 시나리오의 상대적 정책효과를 측정할 수 있을 것이다.

목표년도 2030년의 기준 CA모형 결과와 2개의 시나리오의 개발확산 결과의 공간적 군집도를 비교하였다. 공간적 군집도는 ArcGIS의 공간통계툴(Spatial Statistics tools)의 패턴분석(Analyzing Patterns) 중 평균최근린(Average Nearest Neighbor) 기능을 사용하였다.

표 47 최근린지수(Nearest Neighbor ratio) 값의 의미

Nearest Neighbor Ratio	Pattern
Ratio = 1	Random
Ratio < 1	Clustered
Ratio > 1	Dispersed

출처 : [http://www.biz-gis.com/index.php?mid=paper&document\\_srl=12529](http://www.biz-gis.com/index.php?mid=paper&document_srl=12529)  
<http://desktop.arcgis.com/en/arcmap/latest/tools/spatial-statistics-toolbox/average-nearest-neighbor.htm>

평균 최근린 지수는 관측 평균 거리(observed mean distance), 예상 평균 거리(expected mean distance), 최근린지수(nearest neighbor ratio), z-점수(z-score), p-값(p-value)의 다섯 가지 값을 도출한다. z-점수 및 p-값 결과는 해당 객체들이 랜덤하게 분포하고 있다는 귀무가설을 기각할지 여부를 나타내는 통계적 유의성 측정치이다. 최근린지수는 관측 평균 거리와 예상 평균 거리의 비율을 의미하며 예상 평균 거리는 가상의 랜덤 분포에서 이웃 간의 평균 거리를 의미한다. 최근린지수가 1보다 작으면 객체의 패턴이 군집되어 있음을 나타내며 최근린지수가 1보다 크면 추세는 분산적임을 나타낸다.

이 기능은 연구지역의 면적 값에 매우 민감하기 때문에 고정된 연구지역에서 서로 다른 객체를 비교하는 데 가장 효과적이다. 이에, 세종시 읍면 지역이라는 동일한 연구지역 내에서 시나리오별 개발확산 결과의 군집도를 비교하기에 적합한 방법이라고 판단된다.<sup>23)</sup>

표 48 시나리오별 군집도 비교

구 분		평균 최근린(Average Nearest Neighbor)				
		관측 평균거리	예상 평균거리	최근린 지수	z-점수	p-값
근린 거리 100m	기준 CA모형 (2030년)	24.33m	55.02m	0.442	-266.84	0.000
	농어촌도로 정비계획안 반영 (2030년)	24.36m	54.58m	0.446	-267.15	0.000
	시간적 규제 반영 (2030년)	24.47m	54.35m	0.450	-266.21	0.000

평균 최근린 기능을 통해 각 시나리오별 개발확산 결과의 군집 정도를 나타내는 최근린지수를 비교한 결과 시간적 규제를 반영한 시나리오가 0.450으로 가장 커 군집도가 가장 낮은 것으로 나타났다. 연접개발을 억제함으로 인한 분산개발 효과가 반영된 결과로 보인다. 농어촌도로 정비 계획(안)을 반영한 시나리오의 최근린지수는 0.446으로 시간적 규제 반영 시나리오보다는 군집도가 높으나 기준 CA모형보다는 군집도가 낮은 것으로 나타났다. 신규 농어촌도로와 연접한 미개발지에 연도형 개발이 촉진되면서 전체적으로는 군집도가 오히려 낮아지는 현상이 나타난 것으로 판단된다.

23) <http://desktop.arcgis.com/en/arcmap/latest/tools/spatial-statistics-toolbox/average-nearest-neighbor.htm>

## 제4절 소결

성장관리정책은 도시의 전반적인 개발과 보전을 규모·입지 중심으로만 유도하는 전통적인 토지이용정책과는 달리 개발의 시기와 기반시설 설치 등을 위한 개발재원까지를 종합적으로 고려한다.

이에, 본 연구에서는 성장관리정책을 반영한 시나리오를 설정하여 필지기반의 CA모형을 이용해 개발 확산을 예측하였다. 개발의 시기를 조절하는 정책수단인 시간적 규제를 적용한 시나리오와 개발재원이 순조롭게 확보되어 농어촌도로 정비계획(안)에 따라 기반시설이 설치되었을 경우의 시나리오에 대한 개발 확산을 예측하고 기준 CA모형의 결과와 비교함으로써 각 시나리오별 정책의 영향력을 평가하였다.

세종시 읍면지역 전체에 대해 시간적 규제를 적용한 결과 t시기에 개발된 임의의 필지의 인근필지가 일정기간 개발이 억제되는 효과가 발생하므로 전체적으로는 개발이 공간적으로 다소 분산되어 발생함을 확인하였다. 「세종시 시도 및 농어촌도로 정비계획 수정계획」상 계획되어 있는 농어촌도로가 2025년까지 개설된다고 가정하여 계획대로 개설되었을 때의 개발의 확산패턴을 예측한 결과 농어촌도로 정비계획(안)에 반영된 신규도로 연접필지 중심으로 신규개발이 조밀하게 나타나는 것으로 예측되었다.

시나리오별 개발확산 예측결과를 대상으로 도로와의 거리 평균값을 비교함으로써 기반시설 설치 소요비용 측면에서 평가하였다. 그 결과 농어촌도로 정비계획(안)을 반영한 시나리오의 확산결과는 기준 CA모형에 비해 평균 거리가 약 4.5% 감소하는 것으로 나타났다.

개발의 군집도 차원에서 비교한 결과, 시간적 규제 시나리오가 군집도가 가장 낮은 것으로 나타났다. 이는 연접개발을 억제함으로써 인한 분산개발 효과가 반영된 결과로 보인다.

## 제6장 결 론

### 제1절 결과 요약 및 정책 시사점

#### 1. 연구결과의 요약

정부는 비도시지역의 난개발을 막고 계획적 개발을 유도하고자 2013년부터 성장관리방안을 시행 중이다. 비도시지역 관리를 위해 시행했던 그 동안의 여러 정책수단들이 그다지 성공적이지 못하다는 평가를 받고 있기에 정부차원에서도 이번 성장관리방안의 성공이 매우 중요하다고 보고 동 제도의 정착과 확산을 위해 다양한 노력을 경주하고 있다.

세종시는 행정중심복합도시 건설이 본격화되고 인구유입도 급격히 증가하면서 주변 읍면지역에 단독주택이 무분별하게 확산되는 등 비도시지역의 난개발 문제에 시달려왔다. 이에 세종시는 국내 최초로 성장관리방안을 수립하여 2016년 8월부터 시행 중이며 지난 1년 6개월의 시행기간을 통해 성장관리방안의 효과와 문제점을 모두 경험하고 있다.

실효성 있는 성장관리를 위해서는 보다 과학적인 개발확산 예측을 기반으로 할 필요가 있다. 또한 적용되는 정책수단들의 영향력에 대한 실증적 평가결과를 토대로 다양한 정책시나리오에 따른 개발확산 예측을 통해 성장관리방안의 계획내용을 해당 지역특성에 맞게 최적화할 필요가 있다.

이에 본 연구에서는 개발확산 예측을 위해 필지기반의 셀룰라 오토마타(CA) 모형을 구축하였다. 먼저, 자연환경요인, 인문환경요인, 제도적 요인과 같은 신규주택 등 개발 입지 요인을 독립변수로 하는 로짓모형을 구축하였다. 로짓모형으로 도출된 필지별 개발확률을 CA모형에 적용될 기초 확률값으로 이용하였다.

필지를 기초단위로 설정한 CA모형을 활용하여 세종시 읍면지역의 개발 입지 확산을 예측하였다. 세종시 읍면지역의 필지를 대상으로 CA모형의 전이규칙을 적용하기 위해서는 GIS를 활용한 공간적 연산이 요구된다. 이에 연산속도를 극대화하고자 PostgreSQL과 PostGIS를 활용하여 DBMS(database management system)를 통한 공간쿼리방식으로 연산을 진행하였다.

CA모형을 적용하여 예측한 개발확산 결과가 현실의 개발현황과 얼마나 일치하는지 검증하였다. 2012~2015년 현황자료를 이용한 로짓모형 분석을 통하여 2015년 필지별 개발확률을 추정하였다. 이 개발확률을 기초값으로 CA모형을 1회 적용하여 그 결과를 2017년 개발현황과 비교함으로써 CA모형의 성능을 검증하였다. CA모형의 분석 결과와 2017년의 개발현황을 비교하여 일치율을 조사한 결과 미시적 분석인 만큼 개발필지 적중률이 다소 낮게 나타나는 한계점을 보였으나, CA모형을 통해 예측된 개발필지가 개발전환 현황 필지와 20m 이내 근접하는 비율인 확대일치율을 조사한 결과 50% 이상의 확대일치율을 나타내었다.

상대생장모형을 활용하여 목표년도별 개발 입지 총면적을 추정한 후, 필지를 기초단위로 설정한 CA모형을 반복 적용하여 세종시 읍면지역 전체에 대하여 2020년, 2025년, 2030년의 주택 등 개발확산을 예측하였다. 네이버후드 50m, 100m 각각의 경우를 별도로 예측하였다. 상이한 네이버후드의 거리간 일치율은 1회 적용시 72.2%에서 3회 적용시 82.1%로 증가하였다.

성장관리방안의 주요 정책수단이 성장관리지역 내에서 주택 등 개발 입지에 어떠한 영향력을 미치는지를 확인하고자 성장관리방안이 시행된 2016년 8월부터 2017년말까지 세종시의 건축허가현황자료를 기반으로 로짓모형 분석을 추가로 실시하였다. 세종시의 경우 비도시지역 내 단독주택의 무분별한 확산이 난개발의 주요 원인으로 대두되고 있어, 비도시지역 내

단독주택 개발과 관련하여 성장관리방안의 주요 정책수단인 물리적 규제, 시간적 규제, 인센티브 수단을 변수화하고 주택 등 개발 입지요인 분석을 위한 로짓모형에 이러한 정책변수들을 독립변수로 추가함으로써 각 정책수단들의 영향력을 살펴보았다.

분석 결과, 비도시지역 내 단독주택 개발과 관련, 성장관리방안의 용적률 인센티브는 영향력이 없는 것으로 나타났다. 이를 통해 성장관리지역 내로 개발을 유도하고자 한 용적률 인센티브의 정책목적을 달성하지 못하고 있음을 알 수 있다.

진입도로 부지를 추가로 확보하고 조경면적을 확대하도록 하는 물리적 규제도 영향력이 없는 것으로 나타났다. 성장관리지역 내 물리적 규제가 영향력이 없다는 것은 이 규제의 효과가 없다는 의미로 해석할 수도 있으나, 물리적 규제는 성장관리지역 내 필지에 의무적으로 적용되는 규제이므로 개발자의 개발이익에 직접적으로 영향을 주게 됨을 고려한다면 개발자들의 저항이 없이 성공적으로 규제를 적용하고 있다고 볼 수도 있다. 다만 현재의 물리적 규제는 개발자가 크게 저항감을 느낄 정도의 강도가 아니므로 향후에는 입지 유도효과를 가시적으로 거둘 있는 수준까지 규제 강도를 강화하는 방안도 고려할 필요가 있다고 생각된다.

시간적 규제는 연접방식의 쪼개기 개발을 억제하는 영향력을 발휘하고 있는 것으로 나타났다. 세종시 성장관리방안에서 시행하고 있는 시간적 규제 즉, 쪼개기 개발 방지 규정은 실수요자보다는 분양을 목적으로 하는 중대규모개발자를 타겟으로 하며 이들이 연접 추가개발을 할 경우에는 기허가지의 준공 이후에 하도록 유도함으로써 기반시설 확보를 촉진하고 개발속도를 늦추는 효과를 나타내고 있는 것으로 보인다.

성장관리방안의 정책효과에 대한 분석결과가 과연 성장관리방안의 시행에 기인한 것인지를 보다 입체적으로 확인하기 위해서는 성장관리방안 시행 이전의 건축허가 건에 대한 분석결과와 비교할 필요가 있다. 이에



성장관리방안 시행 이전과 이후를 비교한 결과, 주택 허가필지의 경우 시간적 규제 변수는 시행 이전에는 유의하지 않게 나타났으나 이후에는 음의 계수로 유의하게 나타났다. 전체 허가필지의 경우에는 시간적 규제 변수가 시행 이전보다 이후에 영향력이 더욱 강해지는 것으로 나타났다. 즉, 시간적 규제로 인해 성장관리방안 시행 이후에 연접방식의 쪼개기 개발이 억제되는 효과가 나타났음을 확인할 수 있다.

성장관리정책을 반영한 여러 시나리오를 설정하여 필지기반의 CA모형을 이용해 개발확산을 예측하였다. 개발의 시기를 조절하는 정책 수단인 시간적 규제를 적용한 시나리오와 농어촌도로 정비계획(안)에 따라 기반시설이 설치되었을 경우의 시나리오에 대한 개발확산을 예측하고 시나리오를 적용하지 않은 기준 CA모형의 결과와 비교함으로써 각 시나리오별 정책의 영향력을 평가하였다.

시나리오별 개발확산 예측결과를 대상으로 도로와의 거리 평균값을 비교함으로써 기반시설 설치 소요비용 측면에서 평가하였다. 그 결과 농어촌도로 정비계획(안)을 반영한 시나리오의 확산결과는 기준 CA모형에 비해 평균 거리가 약 4.5% 감소하는 것으로 나타났다. 농어촌도로의 신규 개설로 인해 개발입지가 도로주변으로 유도되었기 때문으로 보인다. 개발의 군집도 차원에서 비교한 결과, 시간적 규제 시나리오가 군집도가 가장 낮은 것으로 나타났다. 이는 연접개발을 억제함으로 인한 분산개발 효과가 반영된 결과로 보인다.

## 2. 연구의 의의 및 시사점

성장관리방안의 용적률 인센티브는 적어도 단독주택 개발시에는 효과가 없는 것으로 나타났다. 로짓모형으로 도출된 결과에 의하면 세종시의 경우

단독주택을 포함한 모든 용도의 건축물에 대해서도 용적률 인센티브는 효과가 없는 것으로 나타났다. 이에 성장관리지역 내로 계획적 개발을 유도하고자 하는 정책목적을 달성하기 위해서는 지역적 특성이나 용도별 특성에 맞게 적용할 수 있도록 인센티브를 다양화할 필요가 있다.

세종시 성장관리방안에서 적용하고 있는 시간적 규제는 실수요자 중심의 소규모개발자보다는 부동산개발사업자 위주의 중대규모개발자를 염두한 정책수단으로서 소규모의 산발적 개발이 억제되고 대지조성사업과 같은 계획적 개발로 유도되는 등 긍정적 효과를 거두고 있는 만큼 다른 지역에서도 적극 적용가능한 규제수단이라 생각된다. 시간적 규제는 간접적으로 개발시기를 늦추고 기허가지 내 기반시설 확보를 앞당기는 효과가 있으므로 규모·입지 규제 위주로 이루어진 현 성장관리방안을 보완하는 정책수단으로서 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

주택 등 개발 입지 확산모형은 지역특성을 고려한 성장관리지역 설정에 활용될 수 있을 것이다. 성장관리방안 수립시 각 자자체에서는 과업기간의 절반정도를 성장관리지역 설정에 쏟아 붓고 있는 실정이다. 이는 성장관리지역 설정을 위한 객관적 기준이 부족하고 지역주민들을 설득하는 과정이 쉽지 않기 때문일 것이다. 본 연구에서 제시한 주택 등 개발 입지 확산모형은 단독주택 확산이 난개발의 주원인이 되는 지역에 성장관리지역 설정을 위한 의사결정의 객관적인 근거로 참고할 수 있을 것이다. 또한 난개발을 발생시키는 주원인에 따라 변수를 조정하는 등 각 지역의 성격에 맞는 일반론적인 확산모형으로 발전시켜 활용될 수도 있을 것이다.

다양한 시나리오에 따른 신규주택 확산 예측결과는 성장관리방안의 세부 정책수단을 수립하거나 선정하는 과정에서 활용될 수 있을 것이다. 각 규제의 강도나 유무에 따라 개발확산의 양상이 어떻게 반응하는지 포함으로써 지역 특성을 고려한 적절한 규제종류와 수준을 설정하는데 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

## 제2절 연구의 한계 및 추후 연구과제

본 연구에서 구축한 주택확산 모형은 필지를 기초단위로 하였다. 필지는 현실에서 개발행위가 이루어지는 실제 단위와 일치하므로 모형의 실효성이 높아지긴 하지만 시간의 흐름에 따라 필지는 분할, 합병이 지속적으로 이루어지기 때문에 시계열적 분석에는 정확성에 한계를 지닌다. 일부 연구들에서는 일정 규모 이상의 필지를 일정한 규칙에 의해 분할한 후에 분석하기도 하는데 이를 참고하여 확산 모형의 정확도 제고를 위해 향후에는 자동 필지 분할 알고리즘을 적용하는 방안도 고려할 필요가 있다고 생각된다.

성장관리방안은 2013년에 법제화되었고 최초로 수립하여 시행한 세종시의 경우에도 시행기간이 1년 6개월에 불과한 실정이다. 이에 성장관리방안 시행 이후의 허가건의 개수의 절대량이 아직 적어, 성장관리방안의 효과를 정량적으로 분석하기에 한계가 있는 것이 사실이다. 이에 본 연구에서 제시한 방법론에 따른 연구는 지속적으로 이루어져야 할 필요가 있다. 향후에도 주기적으로 분석을 실시한다면 성장관리방안의 주요 정책수단의 실효성에 대해 더욱 명확하게 평가할 수 있을 것이라 예상되며 개발확산 모형의 정확도도 더욱 높아질 것으로 기대된다.

본 연구에서는 성장관리방안의 용적률 인센티브와 물리적 규제, 시간적 규제를 변수화하여 그 실효성을 분석하였다. 향후 추가적인 연구를 통해 성장관리방안의 다른 규제들에 대해서도 변수화 할 수 있을 것이며 성장관리방안 뿐 아니라 다른 성장관리정책 수단들에 대해서도 동일한 접근법에 따라 그 실효성 평가를 실증적으로 시도할 수 있을 것이다.

주택 등 개발 확산모형의 정확도에 가장 크게 영향을 미치는 요소는 전이규칙이다. 본 연구에서는 전이규칙을 근린효과로 규정하고 100m 혹은 50m 이내의 필지의 개발확률값의 평균을 구하는 방식으로 적용하였는데,

이로 인해 근린효과가 다소 과장되는 효과가 발생하였다. 확산 예측결과가 현실을 더욱 정확하게 모사할 수 있도록 근린효과의 로직을 더욱 정밀하게 설계하여 개선하는 것도 앞으로 진행되어야 할 과제라고 생각된다.

마지막으로 이러한 연구가 정책현장에서 활용될 수 있어야 할 것이다. 지금까지 CA를 활용한 연구들은 연구로서만 존재할 뿐 정책현장에서 활용되지 못했다. 본 연구의 결과가 더욱 다듬어져서 활용될 수 있도록 본 연구자도 정책현장에서 지속적으로 노력하고자 한다.

## <참 고 문 헌>

- 강병기 (2000). 도시를 적정규모로 제한할 수 있는가? : 도시성장관리정책의 국제비교연구. 국토연구원.
- 강세진 (1999). 가로체계 및 주변환경에 따른 가구내 토지이용모형 개발에 관한 연구. 석사학위논문, 서울시립대학교.
- 강영옥, 박수홍 (2000). 서울대도시지역 도시성장 예측에 관한 연구. 대한지리학회지, 제35권, 제4호, 621-639.
- 강창덕, 장명준 (2011). 서울시 아파트의 시공간 분포 변화와 정책과제(1963~2007). 도시행정학보 24(4), 175-202.
- 강홍빈 (1995). 도시개조시대의 서울. 계간 사상, 1995 겨울호, 53-83.
- 고규환 (2009). 자본조달 행태와 자본구조 결정요인에 관한 연구. 박사학위논문, 대전대학교.
- 구형수 (2015). 비시가화지역 성장관리정책의 실효성 제고방안 연구. 국토연구원.
- 구형수 (2016). 저성장시대의 비시가화지역 성장관리 과제와 개선방향. 국토연구, 88, 3-23.
- 국토교통부 (2016). 성장관리방안수립지침.
- 국토교통부 (2018). 성장관리방안수립지침.
- 국토교통부, 한국토지주택공사 (2017). 2016 도시계획현황.
- 국토연구원 (2000). 월간 국토. 통권226호, 8월호.
- 김동근, 김상조, 김성수, 이병재, 구형수, 이태웅 (2014). 도시계획 규제방식 전환에 대응하기 위한 비도시지역 개발행위허가에 관한 연구. 국토연구원.
- 김동한 (2013). 메트로나미카 모형을 활용한 수도권 지역의 도시성장 시뮬레이션. 국토연구, 78, 3-17.
- 김민희, 김태현, 홍선관, 김홍규 (2005). 서울시 고급 주택지역의 형성요인과 분포 분석. 한국주거학회논문집, 16(6), 1-7.

- 김상조, 박세훈, 이진희 (2010). 도시성장관리를 고려한 기반시설부담구역 제도 개선방안 연구. 국토연구원.
- 김성훈 (2003). 무수익자산 유동화증권 가격결정에 관한 실증분석. 한국과학기술원 학위논문.
- 김영환 (2008). 성장관리형 도심재생 가이드라인 설정에 관한 연구. 대한건축학회 논문집 - 계획계, 24(8), 187-195.
- 김영환, 최정우, 오덕성 (2003). 성장관리형 도심재생의 기본전략 및 계획요소. 국토계획, 38(3), 85-97.
- 김옥연, 한용석, 이천기 (2010). 주상복합건물의 성장관리형 도시재생 효과에 관한 연구. 한국주거학회논문집, 21(4), 11-22.
- 김은란 외 (2013). 비시가화지역 성장관리제도 효율적 운용방안 연구. 국토연구원.
- 김은란, 김상조, 박세훈, 박근현 (2013). 비시가화지역 성장관리제도 효율적 운용방안 연구. 국토연구원.
- 김재익, 여창환, 박선형 (2007). 개발제한구역의 개발가능지 분석과 도시성장 관리에 대한 시사점. 국토계획, 42(3), 63-75.
- 김재익, 하성규, 전명진, 문태훈, H. Richardson, 배창희 (2004). 도시성장관리-정책과 수단. 형설출판사.
- 김지현 (2016). 주택구입에 영향을 미치는 요인분석. 부동산학보, 68, 197-118.
- 김태경, 김완신 (2009). 국민임대주택 공급의 입지특성에 관한 연구. 국토계획, 44(3), 95-108.
- 김태경, 박현수, 권대한 (2009). 도시성장관리모형 구축을 위한 기초연구. 경기개발연구원.
- 김현민 (1991). 도시의 인구유입, 경제수준 및 쾌적도의 관계에 관한 연구. 국토계획, 26(3), 103-119.
- 김형선 (2007). 부동산정책론. 부연사.
- 남진 (2006). 서울시 성장관리를 위한 도심주거 확보의 비용효과 분석 연구. 국토계획, 41(7), 51-70.

- 대한국토·도시계획학회 (1996). 토지이용계획론. 보성각.
- 문영만 (2013). 패널데이터를 이용한 정규직과 비정규직의 노동조합 가입의향 결정요인. 산업노동연구, 제19권, 제2호, 127~159.
- 민인식, 최필선 (2012). 패널데이터 분석 STATA. 한국STATA학회, 231~238.
- 박세훈, 김상조, 이진희, 전성연 (2011). 개발행위허가제 개편에 따른 비도시 지역의 체계적 관리를 위한 법·제도 개선방안. 국토해양부.
- 박세훈, 이경주, 전성연 (2013). 비시가화지역의 계획적 관리를 위한 도시 성장관리계획 도입과 성장관리지역 설정에 관한 연구. 국토계획, 48(2), 249-261.
- 박수홍 (1997). CA-GIS 통합 시스템을 이용한 GIS 연산의 구현. 한국GIS학회, 제5권, 제1호, 100-113.
- 박영근, 김관준, 황태수 (2006). 주거환경이 주거선택기준, 가치, 만족, 애호도에 미치는 영향에 관한 연구. 주택연구, 14(2), 145-173.
- 박원석 (2015). 수도권 가구의 가구특성별 주거입지 선호요인 분석. 한국지역 지리학회지, 21(3), 515-528.
- 박재길, 김의식, 김상조, 문홍길 (2001). 도시성장관리를 위한 개발밀도에 관한 연구. 국토연구원.
- 박훈, 정재용 (2011). 성장관리형 도심활성화 방안의 이론과 적용연구. 대한 건축학회 논문집 - 계획계, 27(8), 251-262.
- 배분석, 김현식, 박상우, 김경석, 김덕례, 최희철 (2000). 수도권 도시성장관리와 신도시개발. 국토연구원.
- 배지은 (2001). 기장군 일대의 도시적 토지이용확산예측에 관한 연구. 석사 학위논문, 부산대학교.
- 변창흠 외 (2001). 수도권 대규모 개발사업이 서울시에 미치는 영향과 대응 방안. 서울특별시.
- 성웅현 (2002). 로지스틱회귀모형을 이용한 범주형자료분석. 한국마케팅과학회, 제2호, 585-602.
- 세종특별자치시 (2014). 2030 세종도시기본계획.

- 세종특별자치시 세종통계(<http://www.sejong.go.kr/stat.do>).
- 송영섭, 이은식, 한수미 (1996). 연립주택 재건축 대상지의 입지특성과 도시 계획적 대응방향. 국토계획, 31(4), 93~110.
- 신동민 (2002). 수도권 주택의 매매수요 결정요인 및 소비자 선호특성 연구. 박사학위논문, 경원대학교.
- 여지은 (2001). 로지스틱 회귀모형과 Cox 비례위험 회귀모형의 분류율 비교 연구. 연세대학교 석사학위논문.
- 여창환 (2009). 대도시와 주변지역을 연계한 도시성장관리에 관한 연구. 도시 공학과 박사학위논문. 계명대학교.
- 오윤경, 강정규 (2015). 부산시 주택하위시장의 세분화 및 특성에 관한 연구. 대한지리학회지, 45(2), 240~255.
- 유경문 (1990). 한국의 인구이동 결정요인에 관한 연구. 박사학위논문, 연세대학교.
- 윤대식 (2001). 교통수요분석. 박영사.
- 윤동순, 최민섭 (2014). 비도시지역의 효율적 관리방안 : 계획관리지역을 중심으로. 한국지역개발학회지, 제26권, 제1호, 1-26.
- 윤성현 (2011). 주택경기 변동이 주택점유형태 선택에 미치는 영향. 박사학위논문, 단국대학교.
- 윤정미 (2002). 퍼지-AHP와 셀룰라 오토마타를 이용한 도시성장에 관한 연구: 1972-2001년 부산광역시를 중심으로. 지형정보협동과정 박사학위논문, 부산대학교.
- 윤정미, 박정우 (2008). 도시성장모형의 시뮬레이션 자동화에 관한 연구. 한국 지리정보학회지, 11(1), 1-9.
- 윤정미, 이성호, 박상철 (2004). 퍼지집합개념과 AHP의 유용성에 관한 연구 - 도시성장모델링을 이용하여. 부산대 도시문제연구소 도시연구보, 17, 11-19.
- 윤정미 · 이성호 (2006). 지역적 특성을 고려한 도시 성장 패턴에 관한 연구. 한국지리정보학회지, 9(1), 116-126.
- 윤지선 (2002). 가구특성에 따른 주거선택 분석에 관한 연구. 석사학위논문, 건국대학교.



- 이대중 (2015). 우리나라 대도시의 도시성장관리 평가 연구. 도시개발경영·교통학과 박사학위 논문, 한양대학교.
- 이상대 (2006). 대도시권에서의 개발관리를 위한 성장관리정책 및 기법 연구. 경기개발연구원.
- 이상대, 이수진 (2003). 수도권 개발수요에 대응한 성장관리방안. 경기개발연구원.
- 이상수 (2014). 수도권 거주자의 가구특성에 따른 주거입지 및 주택유형 선택에 관한 연구. 도시 및 지역계획학과 박사학위논문, 중앙대학교.
- 이상운, 박경옥 (2009). 중도시 신규택지개발지구 특성에 따른 거주자의 주거 이동 및 선택. 대한건축학회 논문집-계획계, 25(3), 187-196.
- 이상헌, 오규식 (2010). 셀룰라 오토마타를 이용한 개발제한구역의 효과분석. 국토계획, 45(3), 193~208.
- 이성호, 윤정미, 서경천, 남광우, 박상철 (2004). 셀룰라 오토마타를 이용한 김해시의 도시성장모형에 관한 연구. 한국지리정보학회지, 7(3), 118-125.
- 이시철 (2002). 토지이용규제의 '균형'관점에서 본 성장관리와 녹지확보. 토지연구, 13(2), 81-101.
- 이시철 (2008). 미국형 성장관리의 비판적 고찰: 연구, 정책 그리고 우리 지방 도시에서의 적용성. 한국행정논집, 20(3), 713-742.
- 이양재 (1996). 서울시 성장관리기법의 도입에 관한 연구. 서울시정개발연구원.
- 이외희 (2000). 경기도의 인구이동요인에 관한 연구. 국토계획, 제35권, 제3호.
- 이외희, 이성룡, 임지현 (2016). 성장관리방안 수립방향 연구. 경기연구원.
- 이외희, 임지현 (2014). 비시가화구역 성장관리방안 제도시행에 따른 경기도 대응방안. 경기개발연구원.
- 이재열 (2005). 사회과학의 고급계량분석 원리와 실제. 서울대학교출판부.
- 이종길 (2016). 농촌지역의 빈집 발생 공간패턴 분석 및 공간 계획적 관리방안 연구. 박사학위논문, 안양대학교.
- 이중희 (1997). 주택경제론. 박영사.
- 이창효 (2012). 토지이용-교통 상호작용을 고려한 주거입지 예측모델 연구: DELTA의 활용을 중심으로. 도시공학과 박사학위논문, 서울시립대학교.

- 이호진, 고성수 (2017). 주택에 대한 소비수요와 투자수요. 주택연구, 25(1), 119-149.
- 이흥기 (1982). 주거입지 행태분석 모형에 관한 연구. 석사학위논문, 홍익대학교.
- 이희연 (2007). 도시성장관리를 위한 계획지원시스템의 활용방안에 관한 연구. 국토계획, 42(3), 23-45.
- 이희연 (2008). 도시성장관리를 위한 기성시가지의 개발용량 분석. 한국도시지리학회지, 11(1), 1-18.
- 이희연 (2009). 도시성장관리를 위한 토지수요 예측방법 구축 및 실증분석. 한국도시지리학회지, 12(1), 11-30.
- 이희연, 이다혜, 유재성 (2015). 저소득층 노인 밀집인구의 시공간 분포와 근린환경 특성. 서울도시연구, 16(2), 1-18.
- 임은선, 이종열, 김형진, 이희연 (2006). 도시성장관리를 위한 공간구조 측정방법에 관한 연구: 외연확산형과 압축형 도시측정을 중심으로. 국토연구원.
- 장명준, 강창덕 (2011). 서울시 단독주택 공간분포 연구(1970~2009). 서울도시연구 12(2), 19-40.
- 전유신 (2004). 도시성장관리를 위한 개발밀도관리방안 연구. 도시 및 지역계획학과 박사학위 논문, 중앙대학교.
- 전유신, 문태훈 (2003). 도시성장관리를 위한 개발밀도관리모델 수립에 관한 연구. 국토연구, 38, 41-61.
- 정승태 (2002). 수도권 성장관리정책에 관한 연구. 행정학과 박사학위논문, 전남대학교.
- 정원모 (2010). 도시성장관리를 위한 실천방안에 관한 연구: 파주시 공간계획을 중심으로. 도시정보공학과 박사학위논문, 안양대학교.
- 정인호 · 서충원 (2012). 신규주택수요자의 주거입지 결정요인에 관한 연구. 부동산학보, 51, 186-196.
- 정일훈, 조규영, 정원모 (2010). GIS를 활용한 도시성장관리모델의 구축에 관한 연구: 파주시 사례를 중심으로. 한국공간정보학회지, 18(3), 13-40.
- 정재준 (2001). 수도권의 도시성장 분석 및 예측을 위한 셀룰라 오토마타 모델링. 박사학위논문, 서울대학교.

- 정재준 (2002). 도시성장 분석 및 예측을 위한 셀룰라 오토마타 모델 개발. 국토계획, 37(1), 27-43.
- 정재준 (2004). 상대성장과 셀룰라 오토마타를 이용한 도시성장예측 모델링 - 대전광역시를 사례로. 한국지역개발학회지, 16(2), 1-14.
- 정재준, 김형태 (2008). 개발가능지 추출을 위한 물리적 측면의 도시성장 예측. 국토지리학회지, 42(3), 457-470.
- 정재준, 한동엽, 김용일, 이재원 (2001). 셀룰라 오토마타를 이용한 수도권의 도시성장 예측. 한국GIS학회지, 9(3), 34-48.
- 정창무, 유상균 (2005). CA를 응용한 소매활동의 근린효과 분석. 부동산학연구, 11(2), 1-13.
- 정현욱, 김재익 (2003). 대도시권역 난개발의 공간적 분포에 관한 연구. 국토계획, 38(4), 7-20.
- 조경훈 (2004). 도시성장관리를 위한 택지개발 확률모형의 개발: 수도권 민간 주택건설사업의 입지요인 분석 및 예측. 도시공학과 박사학위논문. 서울대학교.
- 조대헌 (2007). 도시계획의 지원을 위한 GIS-CA 기반의 미시적 도시 토지이용 변화 시뮬레이션. 사회교육과 박사학위논문, 서울대학교.
- 조대헌 (2008). 개발밀도를 고려한 셀룰러 오토마타 기반의 도시 토지이용 변화 모델링. 대한지리학회지, 43(1), 117-133.
- 조덕훈 (2017). 부동산입지론, 제3판, 부연사.
- 조재경, 이대중, 안재홍, 이명훈 (2014). 도시성장관리 지표설정예 관한 연구 : 경기도 31개 시군을 평가 대상으로. 한국콘텐츠학회논문지, 14권, 10호, 754-775.
- 조철주 (2003). 성장관리의 구성요소와 운영 : 미국 플로리다 주의 경우. 충북 개발연구, 제14권, 제1호, 121-136.
- 조철주, 정창무 (1998). 성장관리의 주요 이슈와 정책수단. 도시정보 1998년 4월호, 3-12.
- 주경식, 박용우 (2010). 용인시 주택시장의 성장과 공간적 분화에 관한 연구. 대한지리학회지, 45(2), 240~255.

- 주명갑(역) (1997). 복잡계란 무엇인가?. 한국경제신문사(吉永良正. (1996). '複雑系'とは何か, 講談社).
- 최대식 (2003). 토지이용규제정책 평가를 위한 밀도결합형 CA모형의 개발 : 수도권 개발제한구역을 중심으로. 도시공학과 박사학위논문, 서울대학교.
- 최대식 (2008). 도시개발 시뮬레이션 모형을 이용한 수도권 개발제한구역의 시가지확산 억제효과 평가. 국토계획, 41(1), 61-75.
- 최대식, 임창호 (2004). 밀도결합형 셀룰라 오토마타 모형의 개발 - 서울대 도시권 도시성장 시뮬레이션. 국토계획, 39(5), 7-24.
- 최상철 (2000). 도시성장관리정책의 국제적 비교연구. 국토연구원.
- 최홍석 (1998). 한국의 도시간 인구이동 결정요인 연구 : 1995년 인구센서스를 중심으로. 석사학위논문, 숭실대학교.
- 하성규 (2010). 주택정책론. 박영사.
- 한근수 (2012). 접근성을 반영한 대도시 통행발생 및 주거입지 패턴. 박사학위논문, 한양대학교.
- 한홍구 (2009). 수도권 성장관리를 위한 시나리오 플래닝 기법의 활용방안 연구. 도시정보공학과 박사학위논문. 안양대학교.
- 홍승국 외 (2016). 패널자료를 이용한 로지스틱회귀분석에 관한 연구. 대전대학교 사회과학연구소, 사회과학논문집, 제34권, 제2호, 331-350.
- 황금희 (2010). 도시성장관리 평가와 실효성 제고 방안: 도시계획과 개발을 중심으로. 경기개발연구원.
- 황금희 (2014). 미국 지역성장관리 동향과 시사점: 델라웨어주를 중심으로. 경기개발연구원.
- 황금희, 이승희 (2003). 성장관리 프로그램 구축을 위한 기반시설 우선투자지역 도입 연구. 경기개발연구원.
- 황금희, 천혜영 (2002). 성장관리 프로그램 구축과 수도권계획 합리화 방안: 성장관리와 계획적 합리성을 중심으로. 경기개발연구원.
- Allen J, Lu K. (2003). Modeling and prediction of future urban growth in the Charleston region of South Carolina: A GIS-based integrated

approach. *Conservation Ecology*, 8(2), 2.

- Alonso, William. (1964). *Location and Land Use*. Cambridge : Harvard Univ. Press.
- American Planning Association. (2006). *Planning and Urban Design Standards*. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- Anderson. H. A. (1999). *Use and Implementation of Urban Growth Boundaries : An Analysis Prepared by the Center for Regional and Neighborhood Action*. <http://www.colorado.edu/conflict/5010/crna-ugbreport.pdf>.
- Anthony, J. (2004). Do State Growth Management Regulations Reduce Sprawl?. *Urban Affairs Review*, 39(3), 376-397.
- Apostolos Lagarias (2012). Urban sprawl simulation linking macro-scale processes to micro-dynamics through cellular automata, an application in Thessaloniki, Greece. *Applied Geography*, 34, 146-160.
- Arthur C. Nelson et al. (1995). *Growth Management Principle and Practices*. Planners Press.
- Arthur C. Nelson, David R. Peterman (2000). Does Growth Management Matter? The Effect of Growth Management on Economic Performance. *Journal of Planning Education and Research*, 19, 277-285.
- Barabasi, A. L. (2002). *Linked: The New Science of Networks*. Cambridge, Perseus Publishing(강병남 · 김기훈(역) (2002). 링크 : 21세기를 지배하는 네트워크 과학. 동아시아).
- Batty, M. (1997). Cellular Automata and urban form: A primer. *Journal of the American Planning Association*, 63, 266~274.
- Batty, M. (2005). *Cities and Complexity: Understanding Cities with Cellular Automata, Agent-Based Models, and Fractals*. Cambridge, The MIT Press.
- Batty, M. and Longley, P. (1994). *Fractal Cities*. Academic Press, London.
- Batty, M., Xie, Y. (1994). From cells to cities. *Environment and Planning B*, 21, 531-548.

- Bernadette Hanlon, Marie Howland, and Michael P. McGuire (2013). 'Hotspots for Growth : Does Maryland's Priority Funding Area Program Reduce Sprawl? Journal of the American Planning Association, Summer, 78(3). 256 - 268.
- Billie Giles-Corti, Fiona Bull, Matthew Knuiman, Gavin McCormack, Kimberly Van Nie, Anna Timperio, Hayley Christian, Sarah Foster, Mark Divitini, Nick Middleton and Bryan Boruff (2013). The influence of urban design on neighbourhood walking following residential relocation: Longitudinal results from the RESIDE study. *Social Science & Medicine* 77, 20-30.
- Brown, L. & E. Moore. (1971). The intra-urban migration process: a perspective. in L. Bourne (ed.), *Internal structure of the city: readings on space and environment*, 2000-209, Oxford: University Press.
- Chang-ho Yim, Dae-Sik Choi (2002). Predicting Micro Land Use Dynamics: A Cellular Automata Modelling Approach. *Journal of Korea Planning Association*, 39(4), 229-239.
- Changhyo Yi, Seungil Lee (2014). An empirical analysis of the characteristics of residential location choice in the rapidly changing Korean housing market. *Cities*, 39, 156 - 163.
- Charles H. Wurtzebach and Mike E. Miles. (1994). *Modern Real Estates*, 5th ed. New York : John Wiley & Sons, p682~683.
- Chinitz Benjamin. (1990). Growth management : Good for the town, bad for nation?. *Journal of American Planning Association*, 56(1), 3-8.
- Clarion Associates. (2000). *Growth Management Tools Workbook*. Park County, Colorado. [http://co-parkcounty.civicplus.com/document\\_center/home/view/306](http://co-parkcounty.civicplus.com/document_center/home/view/306).
- Couch, C., Leontidou, L. and Petschel-Held, G.(ed.) (2007). *Urban Sprawl in Europe : Landscapes, Land-Use Change & Policy*. Oxford: Blackwell.
- Couclelis, H. (1997). From cellular automata to urban models: new principles for model development and implementation. *Environment and Planning B*, 24, 165~174.

- Daniel Stevens, Suzana Dragic"evic (2007). A GIS-based irregular cellular automata model of land-use change. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 34, 708-724.
- David A. Newburn, Peter Berck (2011). Growth Management Policies for Exurban and Suburban Development: Theory and an Application to Sonoma County, California. *Agricultural and Resource Economics Review*, 40(3), 375 - 392.
- DeGrove, John M. (1992) *The New Frontier for land policy Planning and growth management in the states*. Cambridge, MA: Lincoln Institute of Land Policy.
- Delorme, M. (1999). An introduction to cellular automata. in Delorme, M. and Mazoyer, J.(eds.), *Cellular Automata: A Parallel Model*, Dordrecht: Kluwer Academic Publisher, 5-49.
- Donghan Kim (2012). *Modelling Urban Growth Towards an Agent Based Microeconomic Approach to Urban Dynamics and Spatial Policy Simulation*. Centre for Advanced Spatial Analysis Bartlett School of Planning Bartlett Faculty of Built Environment University College London, Thesis for the degree of Doctor of Philosophy in Planning Studies.
- DU Yunyan, GE Yong, V. Chris LAKHAN, SUN Yeran, CAO Feng (2012). Comparison between CBR and CA methods for estimating land use change in Dongguan, China. *J. Geogr. Sci.* 2012, 22(4), 716-736.
- Elena G.Irwin and Jacqueline Geoghegn. (2001). Theory, data, methods developing spatially explicit economic models of land use change. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 85(1-3), 7-24.
- Felix Haifeng Liao, Steven Farber and Reid Ewing (2009). Compact development and preference heterogeneity in residential location choice behaviour: A latent class analysis. *Urban Studies*, 52(2), 314-337.
- Florencio Ballestores Jr., Zeyuan Qiu (2012). An integrated parcel-based land use change model using cellular automata and decision tree. *Proceedings of the International Academy of Ecology and Environmental Sciences*, 2(2), 53-69.

- Freilich, R. H. (1999). *From Sprawl to Smart Growth : Successful Legal, Planning, and Environmental Systems*. Chicago: American Bar Association.
- Gillham, O. (2002). *The Limitless City: A Primer on the Urban Sprawl Debate*. Washington, Island Press.
- Goodman, A. C. (1978). Hedonic Prices, Price Indices and Housing Markets. *Journal of Urban Economics*, 5(4), 471-484.
- Haig, R. M. (1926). Towards an understanding of the metropolis. *Quarterly Journal of Economics*. 40, 402-434.
- Hu, Zhiyong and C. P. Lo. (2007). Modeling Urban Growth in Atlanta Using Logistic Regression. *Computers, Environment and Urban Systems* 31(6), 667-688.
- Hurd, Richard M. (1903). *Principles of City Land Values*. The Record And Guide.
- Irwin EG, Geoghegan J. (2001). Theory, data, methods: Developing spatially explicit economic models of land use change. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 85(1-3), 7-23.
- Isaac Bayoh, Elena G. Irwin and Timothy Haab (2006). Determinants of Residential Location Choice: How Important are Local Public Goods in Attracting Homeowners to Central City Locations? *Journal of Regional Science*, 46(1), 97 - 120.
- J. Spencer Clark (2007). Incentive Zoning as a Tool to Eliminate Sprawl. *BYU Journal of Public Law*, 22, 255-287.
- Jamal Jokar Arsanjani, Marco Helbich, Wolfgang Kainz and Ali Darvishi Boloorani (2013). Integration of logistic regression, Markov chain and cellular automata models to simulate urban expansion. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 21, 265 - 275.
- Jeongho (John) Lee, Younghoon Choi (2011). What Determinants Influence the Implementation of Growth Management Policy in Colorado? *International Review of Public Administration*, 16(1), 135-156.



- Jerry Anthony (2004). Do state growth management regulations reduce sprawl? *Urban Affairs Review*, 39(3), 376-397.
- John F. Kain. (1962). The journey-to-work as a determinant of residential location. *Papers of the Regional Science Association*, 9(1), 137-160
- John, Charles. (2000). Managing Urban Growth, *World & I*, 15(8), 30-37.
- K. Bassett and R. Short. (1980). *Housing and Residential Structure: Alternative Approaches*. London: Routledge and Kegan Paul.
- Kaneko, K. and Tsuda, I. (2000). *Complex systems : chaos and beyond : a constructive approach with applications in life sciences*. New York, Springer.
- Karina M. Pallagst (2007). *Growth Management in the US Between Theory and Practice*. USA : Ashgate Publishing Limited.
- Kelly, E. D. (1993). *Managing Community Growth : Policies, Techniques, and Impacts*. Westport, CT: Praeger.
- Khila R. Dahal (2014). *Urban Growth Simulation Through Agent-Integrated Irregular Automata (AIIA)*. dissertation submitted to the Graduate Council of Texas State University in partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy with a Major in Environmental Geography.
- Krugman, P. (1996). *The Self-Organizing Economy*. Cambridge, Blackwell Publishers(박정태 역 (2002). *자기 조직의 경제*. 부키).
- Landis J, Zhang M. (1998a). The second generation of the California urban futures model. part 1: Model logic and theory. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 25(5), 657-666.
- Landis J, Zhang M. (1998b). The second generation of the california urban futures model. Part 2: Specification and calibration results of the land-use change submodel. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 25(6), 795-824
- Maher Milad Aburas, Yuek Ming Ho, Mohammad Firuz Ramli, Zulfa Hanan Ash'aari (2017). Improving the capability of an integrated CA-Markov model to simulate spatio-temporal urban growth trends using

an Analytical Hierarchy Process and Frequency Ratio. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 59, 65 - 78.

- McFadden, D. (1973). Conditional Logit Analysis of Qualitative Choice Behavior. In: Zarembka, P., Ed., *Frontiers in Econometrics*, Academic Press, 105-142.
- McFadden, D. (1976). *The Theory and Practice of Disaggregate Demand Forecasting for Various Modes of Urban Transportation*. California: University of California-Berkeley.
- Meisam Jafari, Hamid Majedi, Seyed Masoud Monavari, Ali Asghar Alesheikh and Mirmasoud Kheirkhah Zarkesh (2016). Dynamic Simulation of Urban Expansion Based on Cellular Automata and Logistic Regression Model : Case Study of the Hyrcanian Region of Iran. *Sustainability*, 8, 810.
- Michael Batty (2013). Visually-Driven Urban Simulation: exploring fast and slow change in residential location. *Environment and Planning A*, 45, 532-552.
- Mills, Edwin S. (1972). *Studies in the Structure of the Urban Economy*. Washington, DC: Resources for the Future.
- Muth R F. (1969). *Cities and housing: the spatial pattern of urban residential land use*. Chicago, IL: University of Chicago Press.
- Nelson, A. C. and Duncan, J. B. (1995). *Growth Management Principle and Practices*. Chicago: American Planning Association.
- New Hampshire Department of Environmental Services. (2008). *Innovative Land Use Planning Techniques : A Handbook for Sustainable Development*. [http://des.nh.gov/organization/divisions/water/wmb/repp/documents/ilupt\\_complete\\_handbook.pdf](http://des.nh.gov/organization/divisions/water/wmb/repp/documents/ilupt_complete_handbook.pdf).
- Nijkamp, P. and Reggiani, A., (1998). *The Economics of Complex Spatial Systems*. Amsterdam, JAI Press.
- Nslson, A. C. (1999). Comparing States with and without Growth Management : Analysis Based on Indicators with Policy Implications. *Land Use Policy*, 16, 121-127.

- Pablo Barreira González, Montserrat Gómez-Delgado and Francisco Aguilera Benavente. (2012). Vector-based Cellular Automata: exploring new methods of urban growth simulation with cadastral parcels and graph theory. CUPUM 2015, 174-Paper.
- Pablo Barreira González, Montserrat Gómez-Delgado and Francisco Aguilera Benavente (2012). Vector-based Cellular Automata: exploring new methods of urban growth simulation with cadastral parcels and graph theory. CUPUM 2015, 174-Paper.
- Park, S. H. (1996). Integration of Cellular Automata and Geographic Information Systems for modeling spatial dynamics. Ph.D. dissertation, Dept. of Geography, University of South Carolina.
- Pendall, R. (1999). Do Land use Controls Cause Sprawl?. *Environment and Planning B* 26, 555-571.
- Piet Rietveld, Alfred J Wagtendonk (2004). The location of new residential areas and the preservation of open space: experiences in the Netherlands. *Environment and Planning A*, 36, 2047 - 2063.
- Portugali, J. (2000). Self-organization and the city. Berlin, Springer.
- Qingsheng Yang, Xia Li and Xun Shi (2008). Cellular automata for simulating land use changes based on support vector machines. *Computers & Geosciences*, 34, 592 - 602.
- Richard C. Feiock, António F. Tavares, and Mark Lubell (2008). Policy Instrument Choices for Growth Management and Land Use Regulation. *The Policy Studies Journal*, 36(3), 461-480.
- Rucker, R. (1999). *Seek! Selected Nonfiction* by Rudy Rucker. New York, Four Walls Eight Windows.
- Schiffman. I. (2001). *Alternative Techniques for Managing Smart Growth*. Berkeley, CA: Berkely Public Policy Press.
- Sevasti Chalkidou, Apostolos Arvanitis. (2012). Building a Cellular Automata Model for Land-Use Change Simulation using Cadastral Data -

A Case Study in Northern Greece. FIG Working Week 2015 From the Wisdom of the Ages to the Challenges of the Modern World Sofia, Bulgaria, 17-21 May 2015.

- Smith, Larry J. et al. (1993). States & regional comprehensive planning : Implementing new methods for growth management. American Bar Association.
- Smith, W. F. (1971). Housing the Social and Economic Elements. California: Berkeley University Press.
- Somaie Abolhasani, Mohammad Taleai, Mohammad Karimi and Adel Rezaee Node (2016). Simulating urban growth under planning policies through parcel-based cellular automata (ParCA) model. International Journal of Geographical Information Science, 30(11), 2276 - 2301.
- Stevens D, Dragicevic S, Rothley K. (2007). iCity: A GIS-CA modelling tool for urban planning and decision making. Environmental Modelling and Software, 22(6), 761-773.
- Süha Berberoglu, Anıl Akın and Keith C. Clarke (2016). Cellular automata modeling approaches to forecast urban growth for adana, Turkey: A comparative approach. Landscape and Urban Planning, 153, 11-27.
- Takeyama, M. (1996). Geo-Algebra: A Mathematical Approach to Integrating Spatial Modeling and GIS. University of California Santa Barbara, Ph.D.
- Takeyama. M. (1997). Map dynamics; integrating cellular automata and GIS through Geo-Algebra. INT. J. Geographical Information Systems, 11(1)1, 73~91.
- Thomas A. Gihring (1999). Incentive Property Taxation. Journal of the American Planning Association, 65(1), 62-79.
- Tiebout. C. M. (1956). A Pure Theory of Local Expenditures. Journal of Political Economy.
- Torrens, P. M. (2000). How cellular models of urban systems work. CASA Working Papers, 28, Centre for Advanced Spatial Analysis, London, UK.

- Veregin, H. and Tobler, W. (1998). Allometric relationships in the structure of street-level databases. *Computers, Environments and Urban systems*, 21(3), 277-290.
- Wagner, D. F. (1997). Cellular automata and geographical information systems. *Environment and Planning B*, 24, 219~234.
- Wenjie Wu, Wenzhong Zhang and Guanpeng Dong (2013). Determinant of residential location choice in a transitional housing market: Evidence based on micro survey from Beijing. *Habitat International*, 39, 16-24.
- White, R. and Engelen, G. (1993). Cellular automata and fractal urban form : a cellular modeling approach to evolution of urban land-use patterns. *Environment and Planning A*, 25, 1175-1199.
- Wolpert, Julian. (1965). Behavioral Aspects of the Decision to Migrate. *Papers in Regional Science*, 15(1), 159-169.
- Wu, F, Webster, C. J. (1998). Simulation of land development through the integration of cellular automata and multicriteria evaluation. *Environment and Planning B*, 25, 103~126.
- Xia, L., Anthony, G. Y. (2000). Modelling sustainable urban development by the integration of constrained cellular automata and GIS. *INT. J. Geographical Information Systems*, 14(2), 131~152.
- Xinli Ke, Lingyun Qi and Chen ZengA (2016). A partitioned and asynchronous cellular automata model for urban growth simulation. *International Journal of Geographical Information Science*, 30(4), 637-659.
- Xuecao Li, Peng Gong, Le Yu and Tengyun Hu (2017). A segment derived patch-based logistic cellular automata for urban growth modeling with heuristic rules. *Environment and Urban Systems*, 65, 140 - 149.
- Yaolin Liu; Qingsong He, Ph.D.; Ronghui Tan, Ph.D.; Kehao Zhou, Ph.D.; Gege Liu, Ph.D.; and Shuohua Tang (2016). Urban Growth Modeling Based on a Game between Farmers and Governments: Case Study of Urban Fringe in Wuhan, Hubei Province in China. *J. Urban Plann. Dev.*, 142(2), 04015018.

- Yongjiu Feng, Miaolong Liu, Lijun Chen and Yu Liu (2016). Simulation of Dynamic Urban Growth with Partial Least Squares Regression-Based Cellular Automata in a GIS Environment. *ISPRS Int. J. Geo-Inf.* 5, 243.
- Youngmi Lee (2010). Impact Fees Decision Mechanism: Growth Management Decisions in Local Political Market. *International Review of Public Administration*, 15(2), 59-72.

**[부록] 필지기반 CA모형 적용을 위한 SQL 실행쿼리문  
(네이버후드 거리 100m)**

```
-- sejong 기준 레이어
-- temp_sejong 임시 테이블
-- prob 계산
-- 계산 값을 임시 테이블에 저장 (temp_sejong)

CREATE TABLE temp_sejong AS

SELECT gid,
       trunc(sum(prob_size / total_size)::NUMERIC, 15) as prob
FROM (
    SELECT sejong_buffer.gid,
           prob * size AS prob_size,           -- 확률 * 면적
           sum(size) OVER (PARTITION BY sejong_buffer.gid) AS
total_size -- 기준 레이어 객체별 intersects 영역의 합
    FROM (
        -- 기준 레이어
        SELECT gid,
               st_buffer(geom, 100) AS geom
        FROM sejong
    ) AS sejong_buffer,
    (
        -- 타겟 레이어
        SELECT gid,
               prob_15 AS prob,           -- 확률
               st_area(geom) AS size, -- 영역 크기
               geom
        FROM sejong
    ) AS sejong
```

```

WHERE sejong_buffer.geom && sejong.geom
      AND st_intersects(sejong_buffer.geom, sejong.geom)
) AS pct
GROUP BY gid;

-- 임시 테이블 primary key 생성
ALTER TABLE temp_sejong ADD CONSTRAINT temp_sejong_key
PRIMARY KEY (gid);

-- 기존 테이블에 컬럼 추가
ALTER TABLE sejong ADD COLUMN prob_temp numeric;

-- 기존 테이블에 계산 결과 업데이트
UPDATE sejong
SET prob_temp = (SELECT temp_sejong.prob FROM temp_sejong
WHERE temp_sejong.gid = sejong.gid)
WHERE EXISTS (SELECT 1 FROM temp_sejong WHERE
temp_sejong.gid = sejong.gid);

-- 임시 테이블 삭제
DROP TABLE temp_sejong;

```



## **Abstract**

# **Housing diffusion modelling for managing growth of non-urban area in Sejong City**

**Jeon, Byung Chang**

Dept. Civil & Environmental Engineering

The Graduate School

Seoul National University

Sejong City has been suffering from the unmanaged development of non-urban such as the spread of detached houses in the surrounding new town due to the construction of multi-functional administrative city and the rapid increase in population inflow. Therefore, Sejong City has established the first growth management plan in Korea and has been in operation since August 2016. Through the implementation period of 1 year and 6 months, it has experienced both the effects and problems of it

In order to manage growth effectively, it is necessary to base more scientific development spread prediction. Based on the empirical evaluation results of the influence of the applied policy instruments, it is necessary to optimize the planning contents of the growth management plan according to

the characteristics of the region through the prediction of development spread according to various policy scenarios.

In this study, we have built a parcel-based cellular automata (CA) model for the prediction of development diffusion. First, we have established a logit model that uses development location factors such as natural environmental factors, human environment factors, and institutional factors as independent variables. The probability of development by parcel derived from the logit model was used as the basic probability value to be applied to the CA model for the development spread prediction. By using the relative growth model to estimate the total area of the development site by target year, the CA model set as the basic unit is repeatedly applied to the entire non-urban area of Sejong City in 2020, 2025,

In order to confirm how the main policy means of growth management plan has an impact on the development location of housing in the growth management area, we conducted additional logit model analysis. In addition to the above logit model independent variables, floor area ratio incentives, physical regulation, and temporal regulation, which are the main policy instruments of growth management measures, were analyzed. As a result of the analysis, incentives and physical regulations in the growth management area showed no influence, and temporal regulation showed the influence to suppress the development of the neighboring parcels. As a result of comparing and analyzing before and after the implementation of the growth management plan, the influence of temporal regulation was significant after the implementation of the growth management plan.

We set up scenarios reflecting growth management policy and predicted development spread using parcel-based CA model. The impact of each scenario was assessed by predicting the spread of development in the scenarios in applying the temporal regulation, which is the policy tool to control the development period, and the road maintenance plan and comparing the results of the standard CA model.

The policy implications of this study are as follows: First, the floor area ratio incentives of the growth management plan have no effect at least in the development of detached houses. In order to achieve the policy purpose

of inducing planned development within the growth management area, it is necessary to diversify the incentives so that they can be applied according to local characteristics or characteristics of each use. Second, the temporal regulation applied in the Sejong City growth management plan is expected to be used as a policy tool to supplement the current growth management plan, which is based on size and location regulation, because it indirectly adjusts the development period and accelerates infrastructure construction in permitted area. Third, the development diffusion model such as housing can be used to set up a growth management area considering regional characteristics. Fourth, the development diffusion prediction according to various scenarios can be used to establish optimal growth management plan according to local characteristics.

*Keyword : Growth Management Plan, Urban Sprawl, Cellular Automata, Logistic Model, Simulation, Non-urban area, House, Sejong City*

*Student Number : 2012-30249*